



Unione europea



REGIONE
LAZIO



AgriDrone
vision

*Sistema Integrato Intelligente
per la Gestione Innovativa e Sostenibile
di Ecosistemi Agro Ambientali*

29 Aprile 2020 – Verifica Tecnica
Risultati e criticità del progetto

SeTeL



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia

WeDIBAF
Department for Innovation
in Biological, Agrofood and Forest systems





REGIONE
LAZIO



AGENDA

Ore 15.00

Introduzione al Progetto: Gianluca Fabbri

Descrizione attività SETEL: Eduardo De Francesco

Descrizione attività IDS: Gianpaolo Pinelli

Descrizione attività UNICERSITA' TUSCIA: Mauro Maesano, Elena Brunori

Descrizione attività CNR: Alessandro Pecora

Descrizione attività LINK CAMPUS UNIVERSITY: Matteo De Horatis, Monica Costantini

Domande e approfondimenti: tutti i partecipanti, Pierfausto Seneci

Ore 16.00: Conclusioni





COMPANY PROFILE: I SOGGETTI COINVOLTI NELLA ATS

The logo for Setel consists of the word "Setel" in a bold, red, sans-serif font.

Setel Srl è una azienda fondata nel 1973, leader nella logistica industriale con specifico riferimento all'ingegneria del supporto logistico integrato su settori innovativi come Aero Spaziale, Trasporti, Difesa e ICT.

The logo for IDS features the letters "IDS" in a large, blue, sans-serif font. Below the letters is a horizontal bar with a red section on the left and a blue section on the right. Underneath the bar, the text "INGEGNERIA DEI SISTEMI" is written in a smaller, blue, sans-serif font.

IDS SpA è una azienda fondata nel 1980 con lo scopo di fornire servizi ad alta tecnologia e, più recentemente, soluzioni Hardware e Software nei settori dell'elettromagnetismo, dell'aviazione, delle applicazioni spaziali e delle telecomunicazioni.

The logo for WeDIBAF features a stylized yellow figure holding a magnifying glass over a globe. To the right of the figure, the text "WeDIBAF" is written in a large, green, sans-serif font. Below it, the text "Department for Innovation in Biological, Agrofood and Forest systems" is written in a smaller, green, sans-serif font.

Il **DIBAF** è un laboratorio di ricerca e di didattica multidisciplinare per l'innovazione scientifica e tecnologica dei processi di valorizzazione, salvaguardia e gestione dei sistemi biologici, delle risorse forestali, della trasformazione e sicurezza agroalimentare, della chimica per l'ambiente e del territorio in generale, con peculiare attenzione alla sostenibilità ambientale.

The logo for IMM Roma features a stylized blue "G" shape with the letters "IMM" in white inside it. Below the "G" shape, the word "Roma" is written in a smaller, blue, sans-serif font.

La missione principale del **CNR IMM** è quella di mettere a disposizione del Sistema Paese competenze d'avanguardia e di supportare la spinta verso l'innovazione dell'Industria Microelettronica nazionale utilizzando le più avanzate tecnologie.

The logo for Link Campus University features a stylized blue "L" shape with the text "LINK UNIVERSITY" in blue and "CAMPUS" in black to its right.

Link Campus University è una Università pubblica non statale. L'identità della Link è nella capacità di collegare formazione, ricerca, innovazione e sviluppo economico e sociale, con una visione sistemica e interculturale del sapere e del fare.

IL PROGETTO AGRIDRONEVISION

Il progetto **AgriDroneVision** ha visto la realizzazione e messa a punto di un **Sistema Integrato per l'Agricoltura di Precisione**.



PROTOTIPO INTEGRATO

I risultati attesi del progetto imprenditoriale si sono concretizzati al termine dei 18+4 mesi previsti di progetto in un **prototipo funzionante integrato del sistema proposto** mediante la realizzazione e la messa a punto di un Sistema Integrato intelligente in grado di fornire dati multisensoriali ad altissima risoluzione per la caratterizzazione degli agenti patogeni in pieno campo - con particolare riferimento alla viticoltura - oltre che per il monitoraggio ambientale e la certificazione dei prodotti.

L'obiettivo principale del progetto è stato quindi quello di integrare varie tecnologie innovative nel campo dell'agricoltura di precisione per l'identificazione di un metodo non-distruttivo di valutazione qualitativa, ed in tempo reale (real-time), di colture in pieno campo attraverso l'uso di droni.

DIAGRAMMA AD ALBERO

Il progetto AgriDroneVision si è focalizzato sulla realizzazione e messa a punto di un Sistema Integrato e Intelligente per applicazioni innovative e ad alto contenuto di conoscenza nel settore dell'Agricoltura di Precisione. Il Sistema Integrato che si è sviluppato è formato da 3 sottosistemi principali:

1. Sistema Droni. Questo sistema ha visto lo sviluppo di una componente aeromobile e di un drone terrestre, a pilotaggio remoto, equipaggiati da strumentazione multisensoriale dedicata all'osservazione prossimale (proximal sensing).

2. Sistema di Monitoraggio. Il sistema sviluppato è composto da una stazione di controllo a terra (**ground control station**) e da software specifici di comando, di data fusion e decisionali.

3. Sistema Sensori. Sono stati analizzati vari sensori commerciali e applicati sensori innovativi per il monitoraggio a terra dei principali parametri microclimatici.



MANAGEMENT DEL PROGETTO



Proroga di 4 mesi alla durata del progetto, inizialmente prevista per il 17 Luglio 2019, per poter effettuare le valutazioni quali quantitative ed in tempo reale delle colture in pieno campo con l'acquisizione di immagini ad alta risoluzione integrate con informazioni provenienti da vari sensori, che è stato necessario effettuare durante il ciclo vegetativo delle piante terminato alla fine di Ottobre 2019.



17 Luglio 2019 18 Ottobre 2019



ACTION PLAN

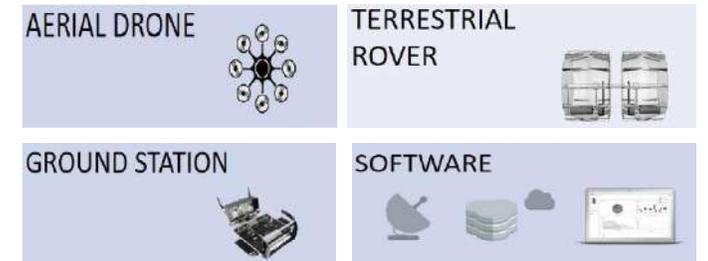
WP	Descrizione	Type	Task	
1	Project Management	RI/SS	1.1	Attività preliminari e governance model
		RI/SS	1.2	Coordinamento Tecnico e Amministrativi del Progetto
2	Definizione delle specifiche	RI	2.1	Definizione requisiti di base e individuazione delle culture
		RI	2.2	Analisi funzionale e architettura del sistema completo e framework di comunicazione tra i singoli sistemi
		RI	2.3	Studio e analisi del sistema Droni
		RI	2.4	Studio e analisi del sistema Sensori
		RI	2.5	Studio e analisi del Sistema Monitoraggio e dei Software
3	Progettazione Piattaforma	RI	3.1	Progettazione Sistema Droni
		RI	3.2	Progettazione frontend, ControlRoom, enduser
		RI	3.3	Progettazione Sistema Sensori
		RI	3.4	Progettazione Flussi Informativi
		RI	3.5	Progettazione Software
		RI	3.6	Definizione case-study specifici per le verifiche funzionali
4	Prototipazione e Sperimentazione	RI/SS	4.1	Realizzazione Prototipo Sistema Droni
		RI/SS	4.2	Realizzazione Prototipo Sistema Sensori
		RI/SS	4.3	Realizzazione Prototipo Sistema Monitoraggio e Software
		RI/SS	4.4	Implementazione Frontend, Control Room, EndUser
5	Integrazione e validazione	SS	5.1	Integrazione dei sistemi e dei componenti
		SS	5.2	Sperimentazione funzionalità e servizi
		SS	5.3	Analisi dei risultati della sperimentazione mediante indicatori prestazionali
		RI/SS	5.4	Validazione processi di sicurezza degli operatori e aderenza attività con la normativa vigente
		RI	5.5	Validazione scientifica dei risultati della sperimentazione
6	Market e Go to Market Analysis	RI	6.1	Definizione roadmap tecnologica e commerciale
		RI	6.2	Definizione Modello di internazionalizzazione della soluzione
		RI	6.3	Benchmark tecnologie e vincoli tecnologici
		RI	6.4	Benchmark modelli di business e needs di mercato (clienti, PMI) nazionali ed internazionali
		RI/SS	6.5	Definizione di un modello di business
7	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, formazione	SS	7.1	Marketing strategico e Piano di Comunicazione
		SS	7.2	Attività di formazione
		SS/INT	7.3	Internazionalizzazione



Alla fine di questo WP sono stati prodotti i progetti e gli elaborati tecnici necessari per la costruzione dei prototipi finali.

Alla fine di questo WP sono stati realizzati i prototipi iniziali dei singoli sistemi.

Alla fine di questo WP sono stati integrati i singoli sistemi in un unico prototipo da validare.



ARCHITETTURA GENERALE DEL SISTEMA



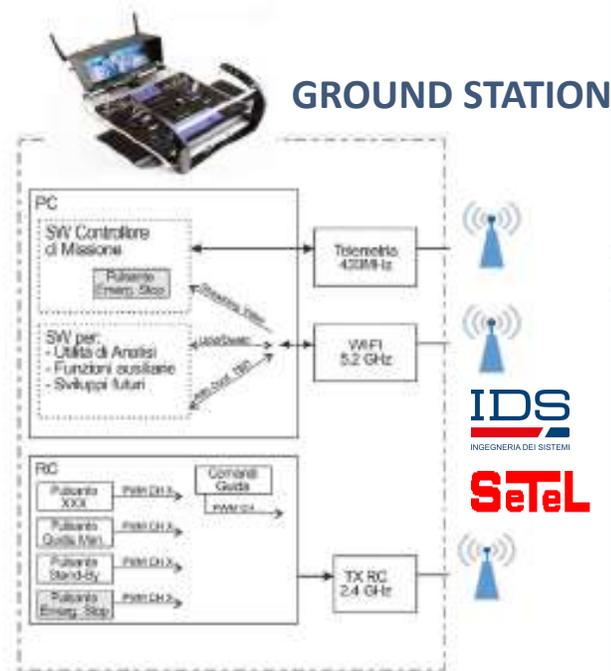
AERIAL DRONE

GROUND STATION

SENSORS PLATFORM

TERRESTRIAL ROVER

SOFTWARE



SENSOR PLATFORM - VALIDATION



IDS
INGEGNERIA DEI SISTEMI

AERIAL DRONE

TT&C missione Video TT&C LoS and Actuators

Payload

- Multispectral
- Infrared
- Mass Memory
- Other...

SeTeL

TERRESTRIAL ROVER

TT&C missione Video TT&C LoS and Actuators

Payload

- Multispectral
- Infrared
- Mass Memory & On board Processor
- Gimbals
- Arm
- Sprinkler
- Chemical and Electrical





AgriDrone - Rover Anfibio
Eduardo De Francesco



Railways



Radars



Space



Air Force



Civil Aviation



Navy



Missiles & Artillery

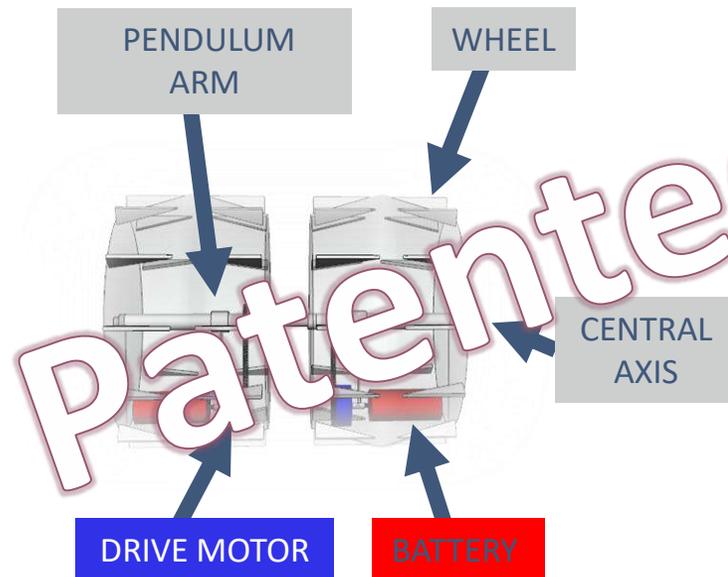
Più di 120 sistemi complessi affrontati in 47 anni



Agridrone



Principio di funzionamento del rover anfibio



✓ **Due ruote** indipendenti si muovono intorno ad un **asse centrale** a cui sono appesi anche **due pendoli**

✓ Ogni pendolo ospita i suoi **motori** e le sue **batterie**

I motori elettrici spostano la posizione del pendolo generando una **coppia** sull'asse centrale che **fa muovere** le ruote in direzione opposta

La **spinta** delle ruote aumenta al crescere del **peso** del pendolo e della sua **distanza** dall'asse centrale

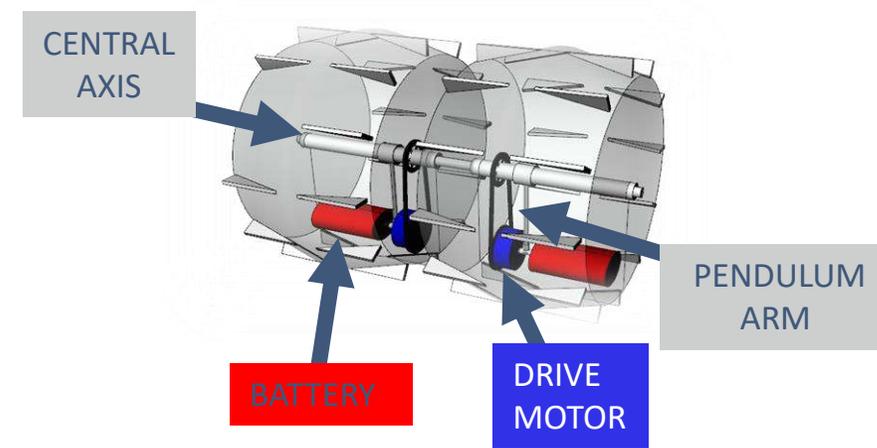
✓ Elementi negativi, come il **peso delle batterie**, diventano **elementi positivi** in quanto incrementano la spinta propulsive

✓ La massa di liquido spostata dalle grandi ruote permette al veicolo di **galleggiare**.

✓ Le ruote, dotate di opportune palette, permettono la **propulsione in acqua**

✓ **Lo stesso veicolo** garantisce sia l'operazione a terra che quelle in mare **senza cambiare configurazione**

- ✓ Capace di **elevate accelerazioni**.
- ✓ Il veicolo ha un centro di gravità molto basso ed è quindi **intrinsecamente stabile**.
- ✓ Anche in caso di ribaltamento, Il veicolo **ritorna automaticamente in posizione operative**.
- ✓ Può **girare** totalmente su se stesso **ad alta velocità** anche **su elevate pendenze** grazie al suo basso centro di gravità.
- ✓ Le ruote molto grandi si traducono in una **bassa impronta al suolo**.
- ✓ Capacità di movimento su **tutte le superfici**: ACQUA, TERRA, NEVE e FANGO.



- ✓ **Le ruote proteggono il payload** dall'ambiente esterno.
- ✓ I sensori non visuali e le **antenne di comunicazione** possono essere **montati internamente**.
- ✓ I **sensori ottici** possono essere montati al centro o sui due laterali.

Test drive

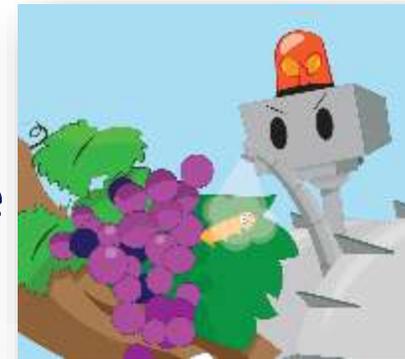


In sintesi



Opera su:
terra, acqua, laguna, fango, neve...,
in totale rispetto dell'ambiente

..effettua interventi di precisione



La piattaforma multi-sensoristica genera
big-data processabile da IA

Il risultato finale



Intervista a New Space Economy 2019:
https://www.youtube.com/results?search_query=s3iifLW6_Wc



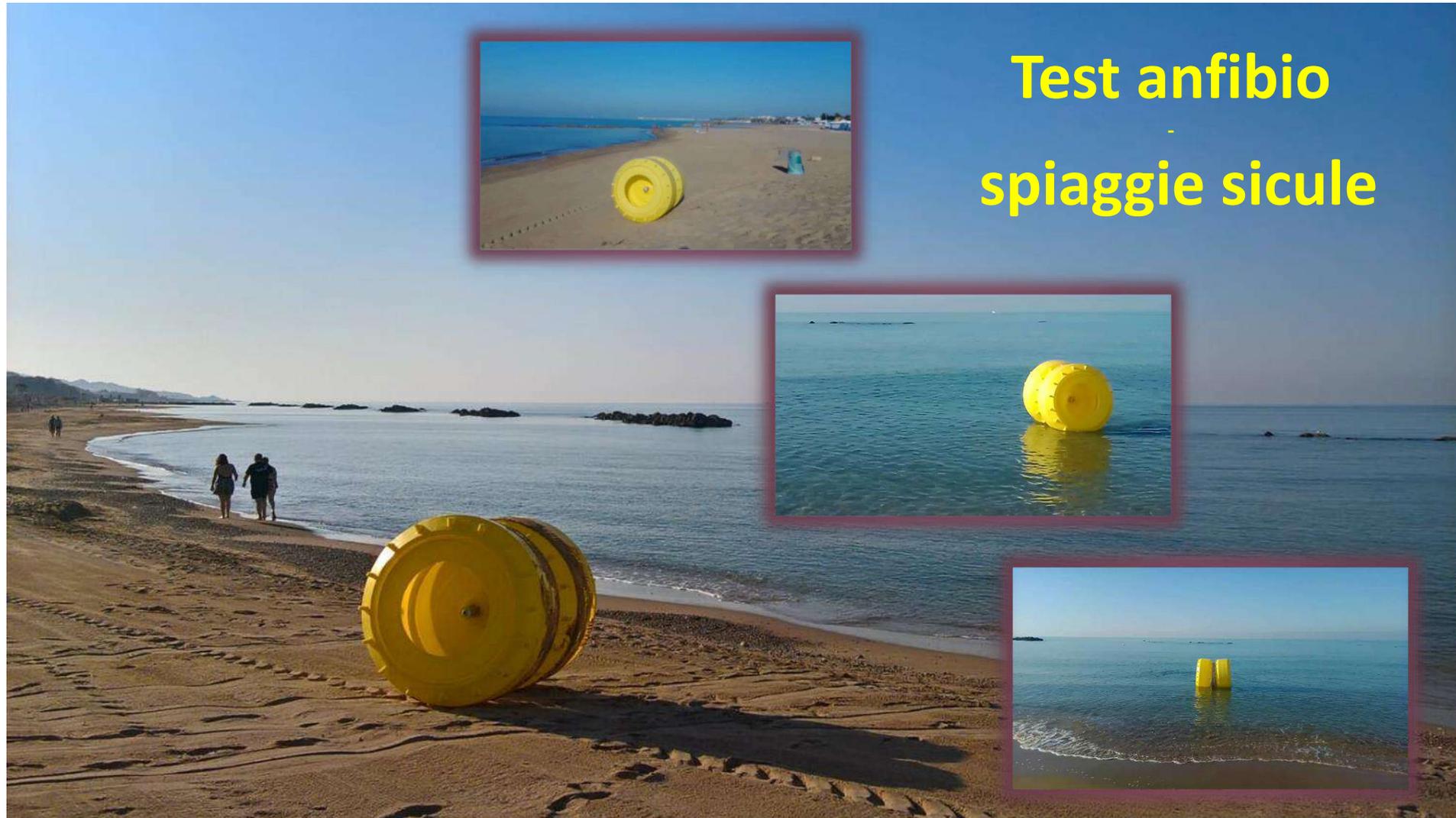


Criticità

- I movimenti in ambiente agricolo richiedono un complesso lavoro di affinamento degli algoritmi di motion (sassi, zolle, slittamenti, etc).
- Il movimento a pendolo, in cui lo spostamento non è direttamente collegato alla potenza applicate ai motori ma all'oscillazione del pendolo, richiede una matematica raffinata per ottenere un risultato ottimale.
- La guida all'interno di un filare lascia poco spazio (intorno ai 10-20 cm) alla destra ed alla sinistra del veicolo. La guida deve essere estremamente precisa e dovrà integrare sia il GPS RTK che l'interpretazione intelligente dell'immagine.
- Occorrerà passare al 5G per ottenere un lag accettabile per la guida in controllo diretto.



Test anfibio spiagge sicule





Sorveglianza e pattugliamento

Rilevamenti in ambienti paludosi



Monitoraggio e sorveglianza aree umide e paludose





Soccorso in caso disastri naturali

Facilità di mobilità su terreni innevati

- ✓ Sopralluogo tempestivo per la facilità di movimento su terreni innevati
- ✓ Possibilità di trasporto viveri e medicinali di primo soccorso
- ✓ Supporto per interventi in telemedicina





Soccorso in caso di alluvioni

- ✓ Facilità di movimento in acque basse e terreni fangosi
- ✓ Possibilità di trasporto viveri e medicinali di primo soccorso
- ✓ Supporto per interventi in telemedicina





Sanificazione Aree Infette

il Drone attuale

Due prototipi **TRL 6** di un drone anfibio **realizzato per l'agricoltura di precisione**, le cui dimensioni sono di 1200x1200x1300 mm, estremamente agile, **capace di operare su tutti i terreni** (asfalto, neve, fango, etc), con capacità di **diagnosi tramite infrarossi** e multispettrale, che **può contenere alcune centinaia di litri di liquidi** di diversa natura chimica, di selezionarli **ed atomizzarli tramite sprinklers orientabili**, caratterizzato da:

- **Semplicità costruttiva**
- **costo contenuto**
- **elevata autonomia**
- **Può ospitare al suo interno la dotazione necessaria per l'agricoltura di precisione, inclusi i sistemi di comunicazione, di posizionamento e di AI per l'elaborazione degli indici vegetativi**
- **operatività H24, anche in condizioni metereologiche avverse**
- **capacità di sorveglianza notturna tramite sensori infrarossi**

Sito del progetto

<https://agridronevisual.jimdofree.com/>





SATELL

Grazie



Unione europea



REGIONE
LAZIO



*Sistema Integrato Intelligente
per la Gestione Innovativa e Sostenibile
di Ecosistemi Agro Ambientali*

IDS: Sistema Drone e GCS Multi-Vehicle

Gianpaolo Pinelli

29 Aprile 2020 – Verifica Tecnica

Risultati e criticità del progetto



INGEGNERIA DEI SISTEMI

Obiettivi Precision Farming

Sostenere gli agricoltori fornendo informazioni e servizi personalizzati che aumentano la produttività, la redditività e la sostenibilità ambientale



Raccolta
dati



Generazione
analisi locali



Suggerimenti
agli agricoltori

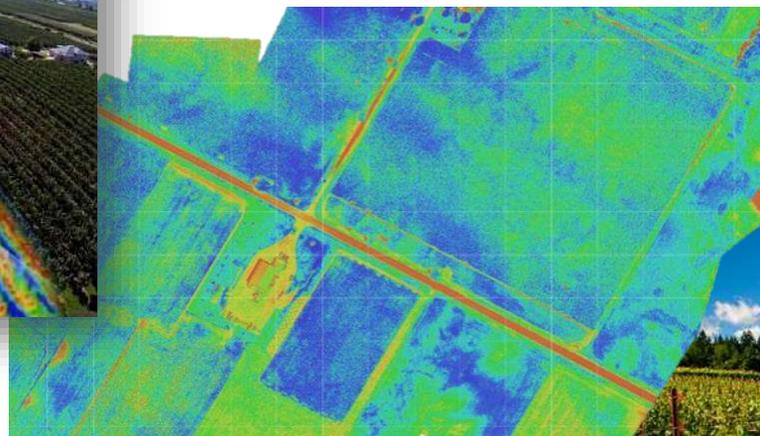


Implementazione
e ottimizzazione



Il veicolo aereo esegue la
scansione

Caso di studio



Il veicolo terrestre
esegue l'intervento

Il sistema produce la
mappa prescrittiva



Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR)



COLIBRI'

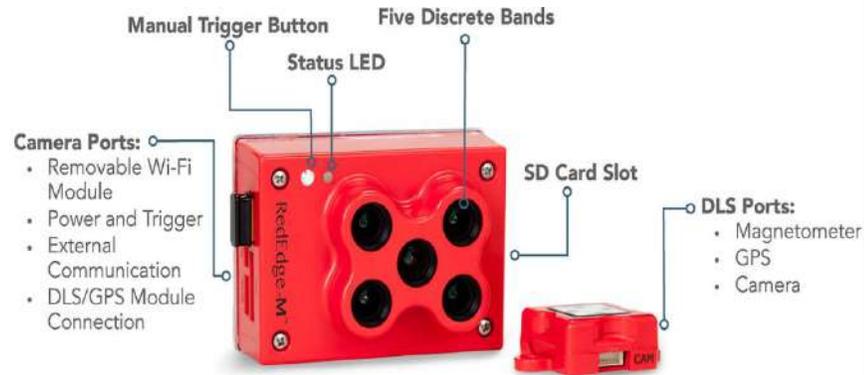


- Volo manuale ed automatico
- Atterraggio e decollo automatico verticale
- Return-to-launch, terminatore di volo di emergenza, paracadute
- Fast Deployment
- Stabilità, robustezza e resilienza al vento
- Payload configurabile
- 2 Canali IP 2.4 Ghz (messaggi), 2 UHF (FTS, RTK).

Specifiche Tecniche

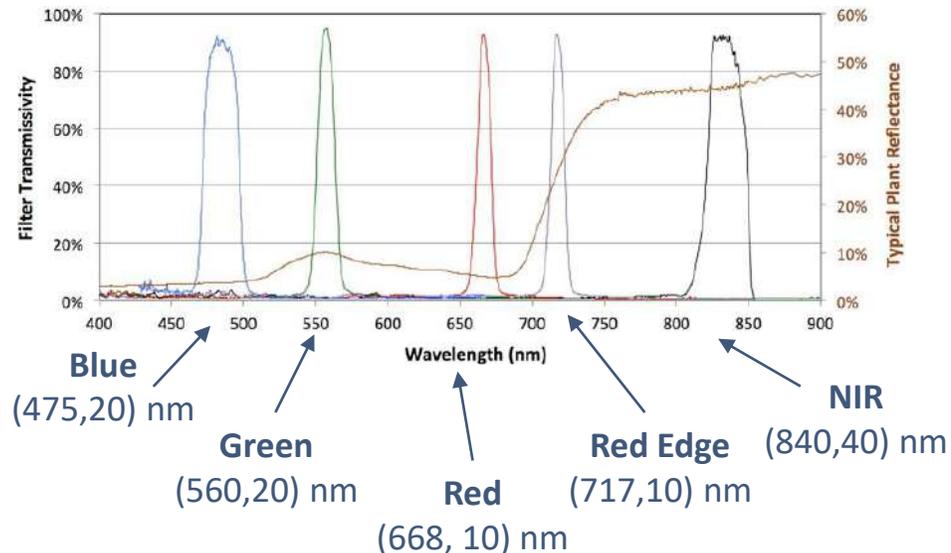
Missioni	- Ricognizione - Ispezioni diurne e notturne - Monitoraggio Ambientale - Sorveglianza e Target acquisition
Propulsione	4 motori coassiali, doppie eliche
Range Operativo (LOS)	5m
Maximum Horizontal Speed	16 m/s
Peso al decollo (MTOW)	> 7 Kg
Resistenza al vento	Fino a 26,4 kts
Rain limitation	Pioggia moderata (~1-4 mm/hr)
Temperature operativa	-20°C / +45 °C
Autonomia	fino a 55 min (30 minuti a pieno carico)
Detettabilità Ottica	500 m
Detettabilità acustica	200 m
Configurazione Sensori	Standard: EO Full HD (1920×1080) 60fps 20.2 MPx 30x (optical) 2x (digital), IR 640X512 AgriDrone:
Tempo di dispiegamento:	< 3 min
GCS	GCS Integrata

Payload AGRIDRONE: Multispettrale Red-Edge



Weight	170 grams (6 oz) (includes DLS and cables)
Dimensions	9.4 cm x 6.3 cm x 4.6 cm
External Power	4.2 V DC - 15.6 V DC 4 W nominal, 8 W peak
Spectral Bands	Blue, green, red, red edge, near-IR (global shutter, narrowband)
RGB Color Output	Global shutter, aligned with all bands
Ground Sample Distance (GSD)	8 cm per pixel (per band) at 120 m (~400 ft) AGL
Capture Rate	1 capture per second (all bands), 12-bit RAW
Interfaces	Serial, 10/100/1000 ethernet, removable Wi-Fi, external trigger, GPS, SDHC
Field of View	47.2° HFOV
Triggering Options	Timer mode, overlap mode, external trigger mode (PWM, GPIO, serial, and Ethernet options), manual capture mode

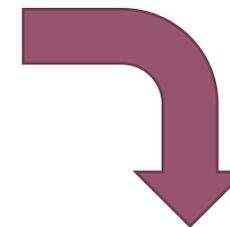
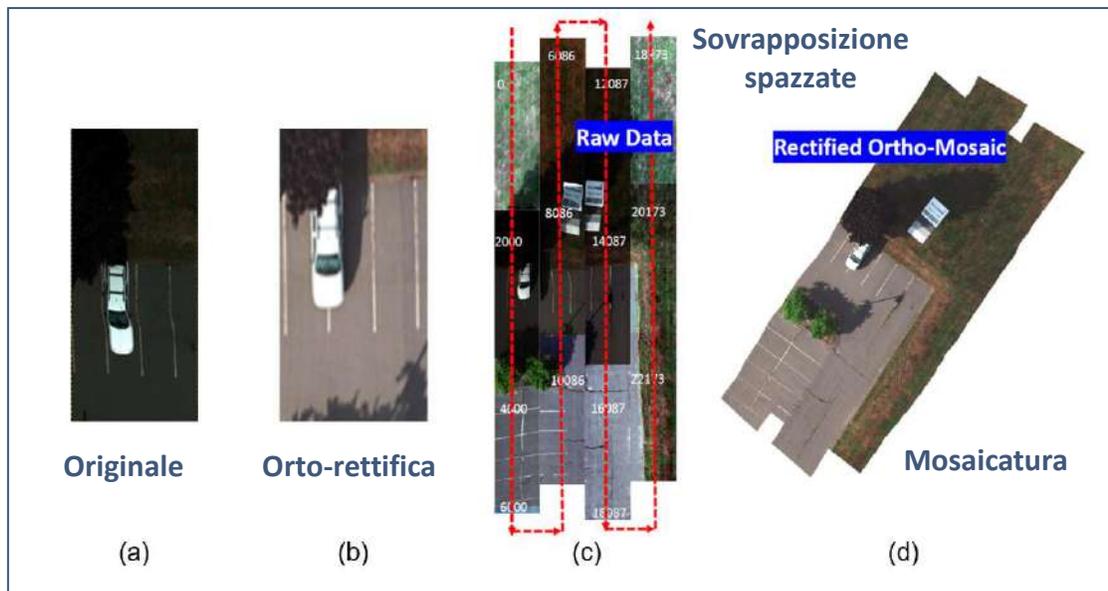
Sensibilità



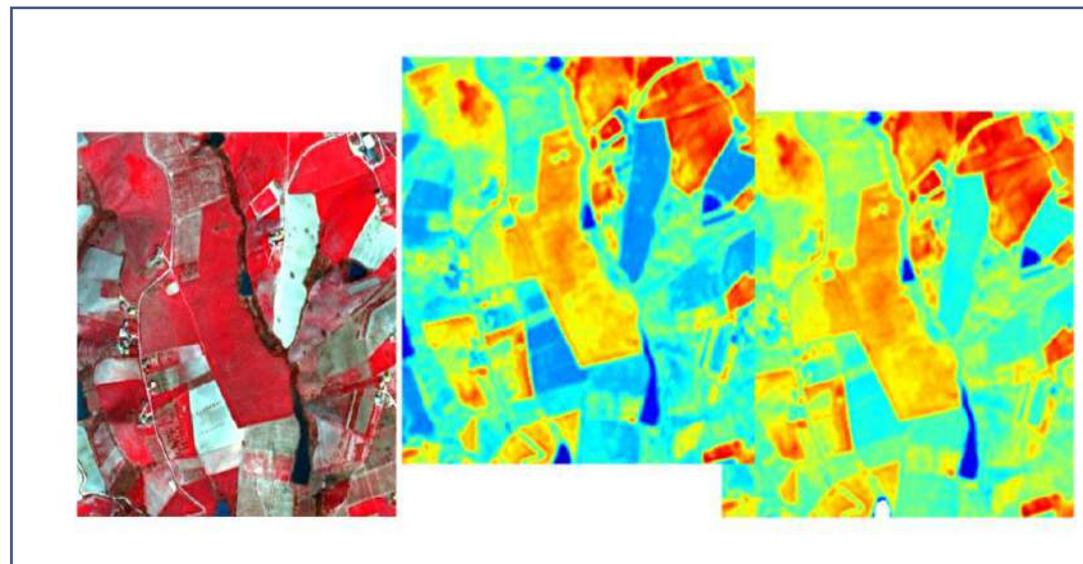
- *Installato su supporto in grado di mantenere costante l'orientazione (gimbal a due assi, piastra anti-vibrazione)*
- *GSD elevata, basso assorbimento, otturatore globale anti-distorsioni*
- *Interfaccia stand-alone, seriale, Ethernet, Wi-Fi*
- *Sensore Luce DLS, facilità correzione diverse condizioni illuminazione solare*
- *Piattaforma ATLAS per registrazione, presentazione ed analisi dei dati si CLOUD*

Data Processing: Metodologia di Analisi

Pre-Processing



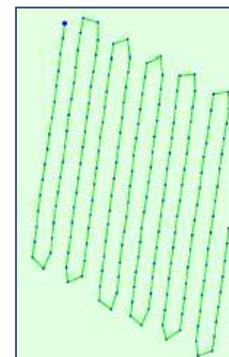
**Analisi Stato Vegetativo
(e.g. NDVI)**



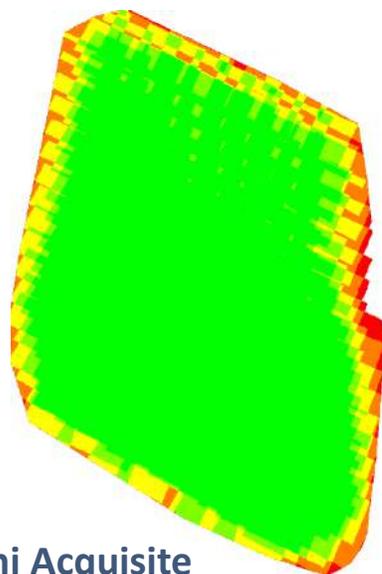
VIGNETO SPERIMENTALE
[42°31'17"N 12°33'43"E]

INGRESSO
Filare n°1

Analisi Sperimentale su Vigneto de: «La Collina Incantata» (Narni)»



Voli
(esempio acquisizione dati)

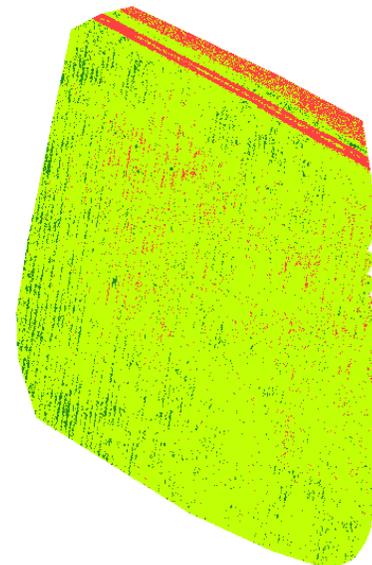


Immagini Acquisite
(sovrapposta mosaico)

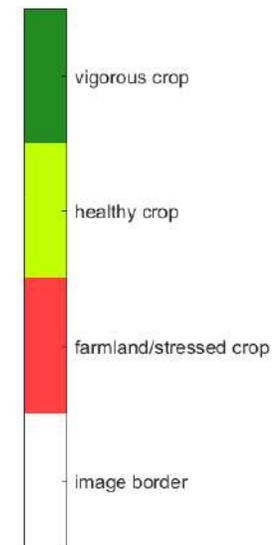
Number of overlapping images: 1 2 3 4 5+



Riflettenza
(calibrazione radiometrica)



NDVI
(indice vegetaivo)



GCS Multi-Veicolo (Rover, Drone)



Integrazione Open Source



+

ARDUPILOT

+



Caratteristiche GCS

1. Pianificazione **Missione Veicoli**, con definizione de:
 - Area di Monitoraggio
 - Sistema di Monitoraggio (piattaforma e sensori di bordo)
 - Tempo di Osservazione (start, stop), passaggi e waypoints
2. Acquisizione Dati, **Processing e Diagnosi**
3. Pianificazione **Missione di intervento**
4. Supporto alla **esecuzione dell'intervento**

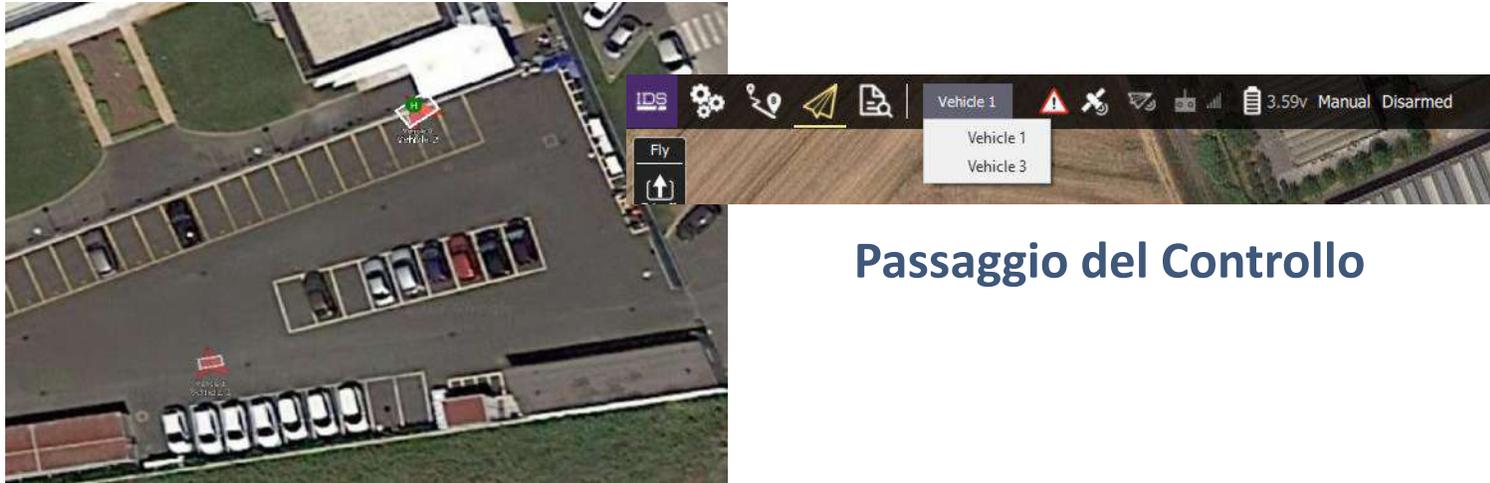


Customizzazione IDS

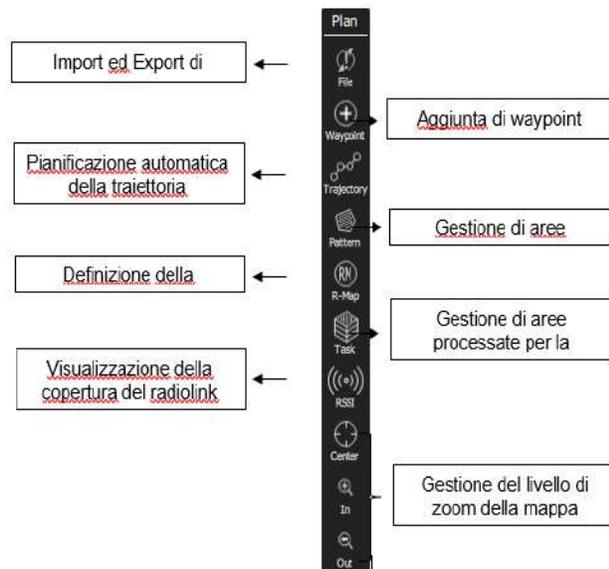
1. Routing e Pianificazione Automatizzati
2. Supporto alla Guida Manuale
3. Gestione Multi Veicolo Eterogeneo
4. Stretta integrazione con autopilota del veicolo di terra

Gestione Multi-Vehicle

Opaco (quello in controllo), In trasparenza (gli altri)



Passaggio del Controllo

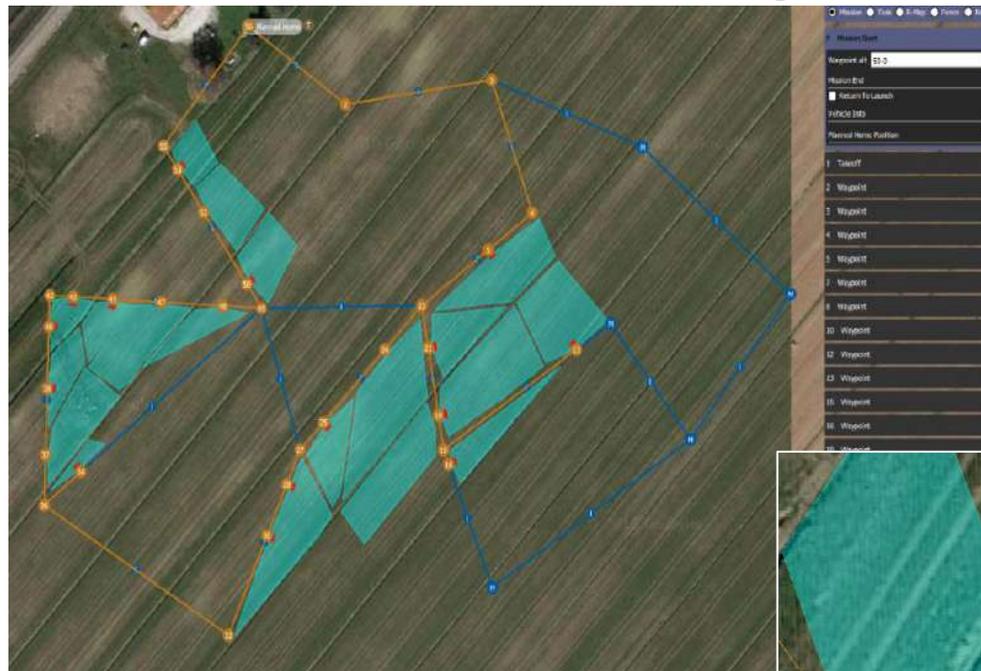
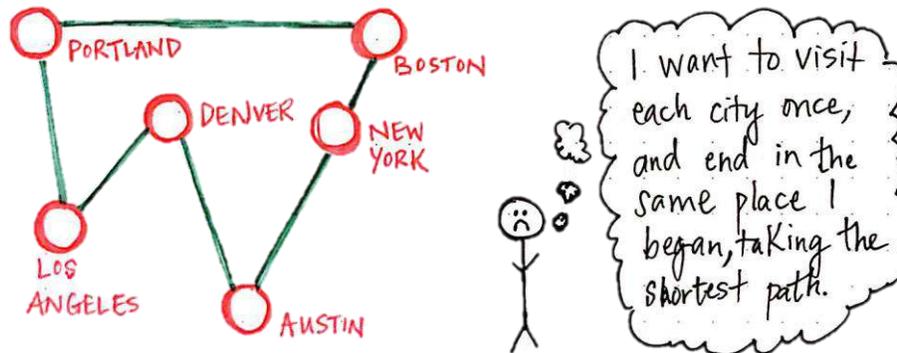


Funzionalità aggiuntive (ADD-ON) sviluppate sulla GCS per consentire la gestione ottimale anche del Rover, oltre che del Drone

ADD-ON GCS: Pianificazione Traiettoria Manuale ed Automatica

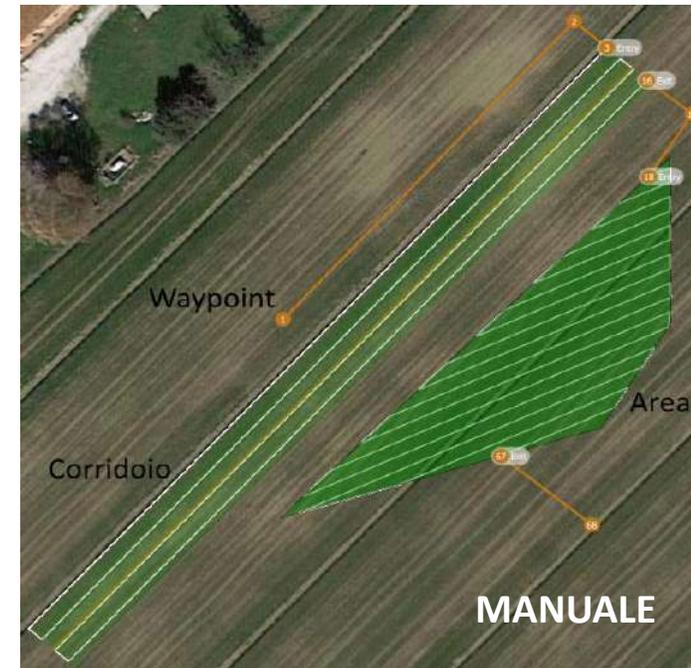
Definizione Automatica Traiettoria

(percorso minimo, tenendo conto dei task (TSP Problem))



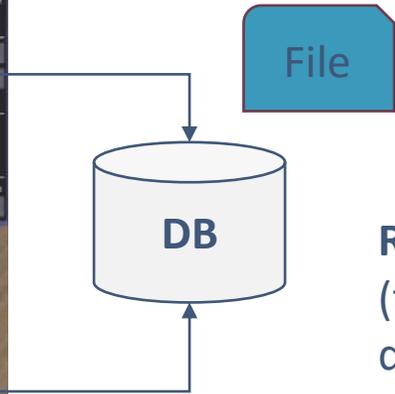
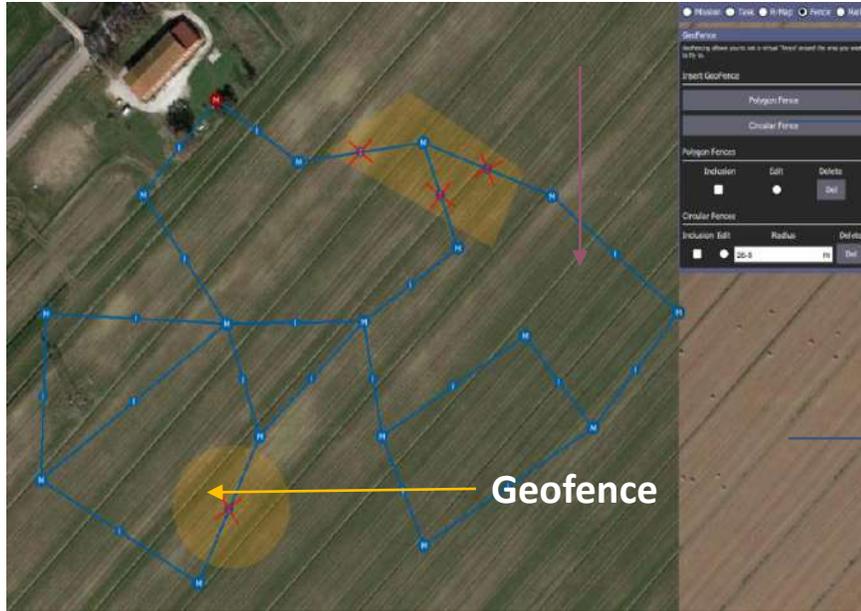
Definizione Manuale Traiettoria

(waypoints, corridoio, area; direzione veicolo e tipo di task; payload e istanti di scatto (prot.MAVLink))

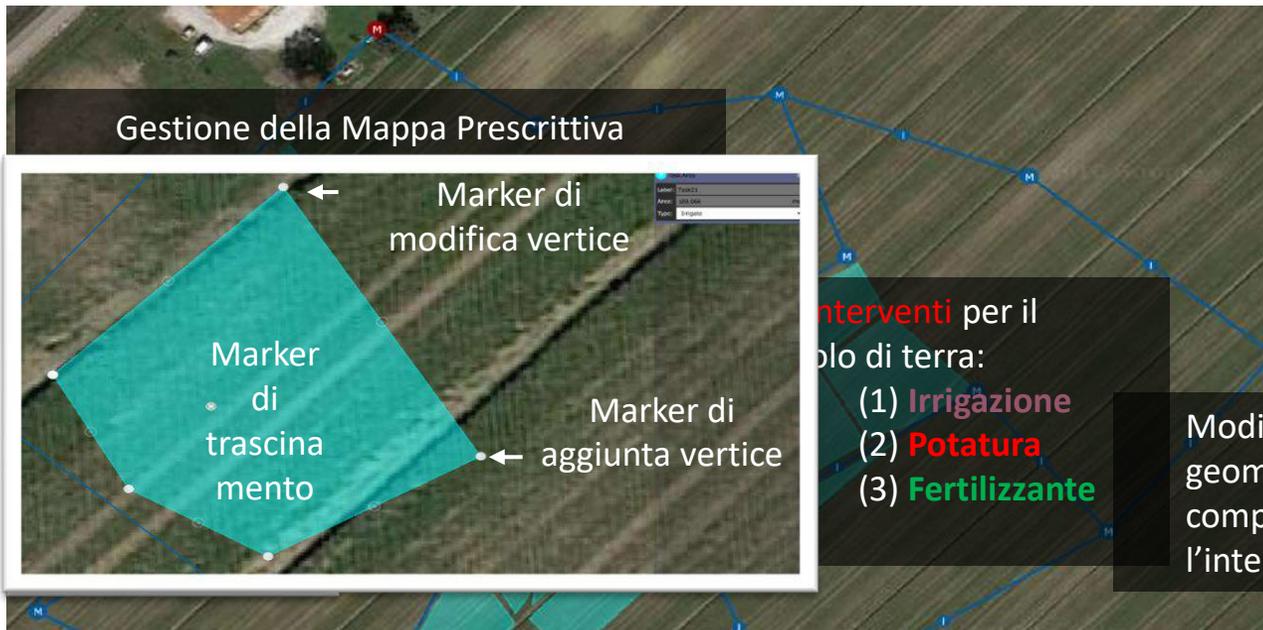


Inserimento WP tipo «task»

ADD-ON GCS: Roadmap, Aree Prescrittive e Task



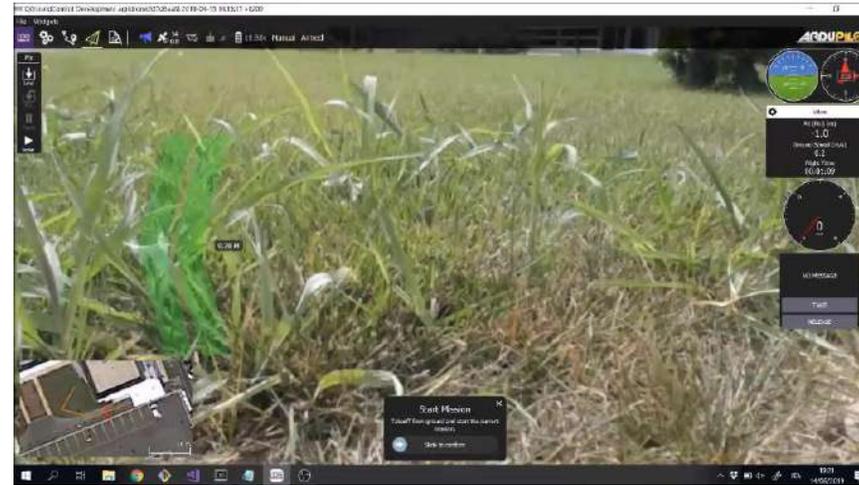
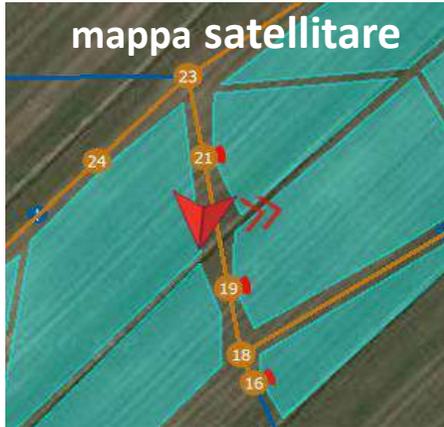
Roadmap/Geofence
(tutti i percorsi che il veicolo di terra può percorrere, aree interdette)



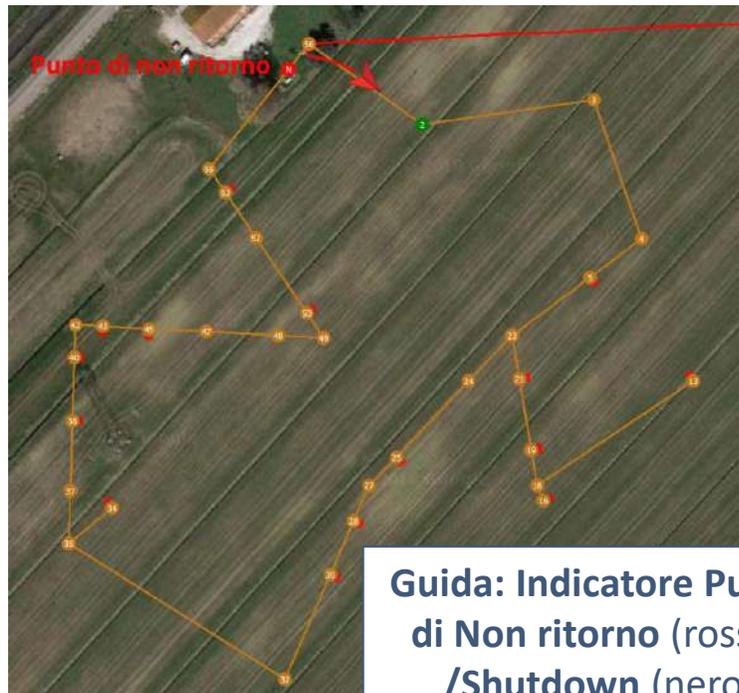
Mappe Prescrittive, Tasks
(aree che necessitano di intervento, protocollo **GeoJSON**)

Supporto alla Guida, Gestione Autonomia, Navigazione

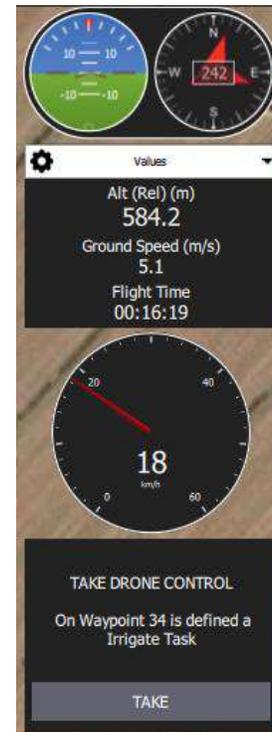
Indicatore rientro su traiettoria pianificata (ideale)



Gestione Info da Veicolo (if any)



Guida: Indicatore Punto di Non ritorno (rosso) /Shutdown (nero)



Navigazione: Assetto, Velocità, Payload, Task



Situazione di Allarme

Test (preliminari) GCS

Simulazione (ArduPilot)



Prompt Comandi

```
Connect tcp:127.0.0.1:5760 source_system=255
Loaded module console
Loaded module map
Log Directory:
Telemetry log: mav.tlog
MAV> Waiting for heartbeat from tcp:127.0.0.1:5760
INITIALISING: Received 1064 parameters
Saved 1064 parameters to mav.parm
MANUAL>
```

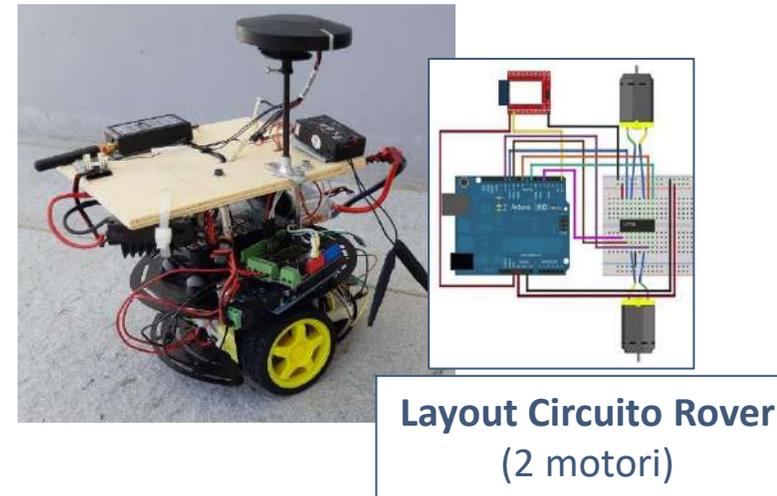
Viewer

Click: 43.652667 10.437733 (43°39'09.80" 10°26'15.84") (N 32 615939 4834300) Distance: 13.7m 0.0nm Bearing: 0.0

Server Proxi (Messaggi MAVLink da/verso veicolo)

```
MAVProxy Vehicle Link Mission Rally Fence
MANUAL ARM GPS OK(10) Vcc 3.00 Radio: --- INS MAG AS RNG AHRS EKF LOG FEN RC TERR PWR
Batt: 100%/12.59V 0.0A Link 1 OK 100.0% (93835 pkts, 0 lost, 0.00s delay)
Hdg 357/0 Alt 502m AGL 583m AirSpeed 0m/s GPSSpeed 0m/s Thr 0 Roll 0 Pitch 0 Wind ---/---
WP 0 Distance --- Bearing --- AltError --- AspError --- FlightTime --- ETR 0.00
Got MAVLink msg: MISSION_LACK (target_system: 255, target_component: 0, type: 0, mission_type: 0)
APM: Flight plan received
APM: Mission upload success
Got MAVLink msg: COMMAND_ACK (command: 2504, result: 3)
Got MAVLink msg: COMMAND_ACK (command: 11, result: 0)
APM: Throttle armed
Got MAVLink msg: COMMAND_ACK (command: 400, result: 0)
ARMED
Got MAVLink msg: COMMAND_ACK (command: 11, result: 0)
```

Test Reali (Muletto Veicolo, Colibrì SN35)



**Layout Circuito Rover
(2 motori)**



Colibrì SN35



Grazie per l'attenzione!





Unione europea



REGIONE
LAZIO



*Sistema Integrato Intelligente
per la Gestione Innovativa e Sostenibile
di Ecosistemi Agro Ambientali*

Rapporto dati rilevati e validazione dei risultati



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA



DIPARTIMENTO DI INNOVAZIONE NEI SISTEMI BIOLOGICI,
AGROALIMENTARI E FORESTALI

Elena Brunori, Mauro Maesano

STEP 1.

Pianificazione della gestione sostenibile del vigneto



Disegno sperimentale



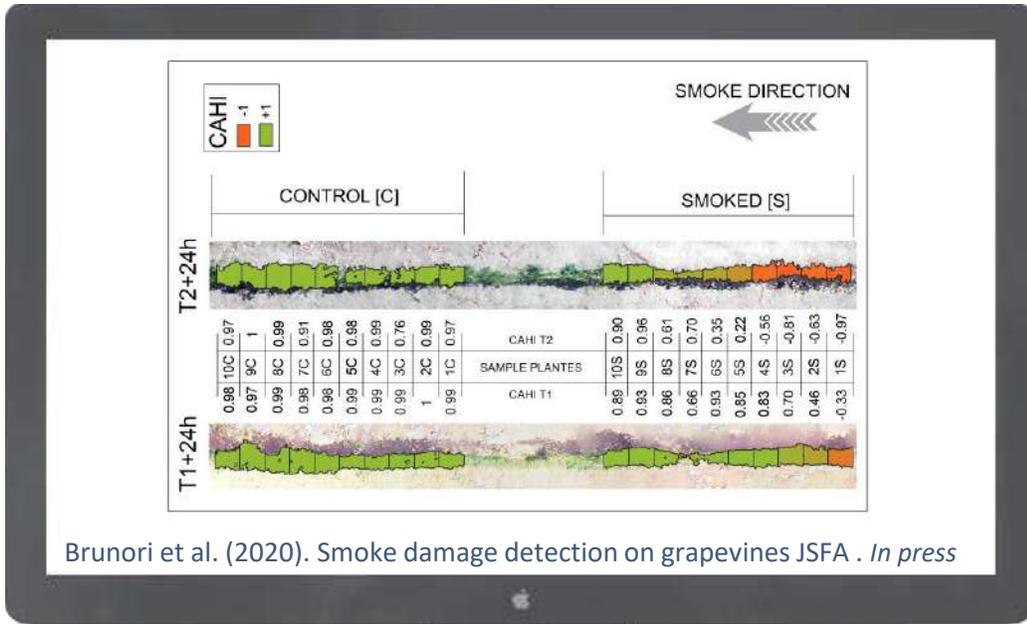
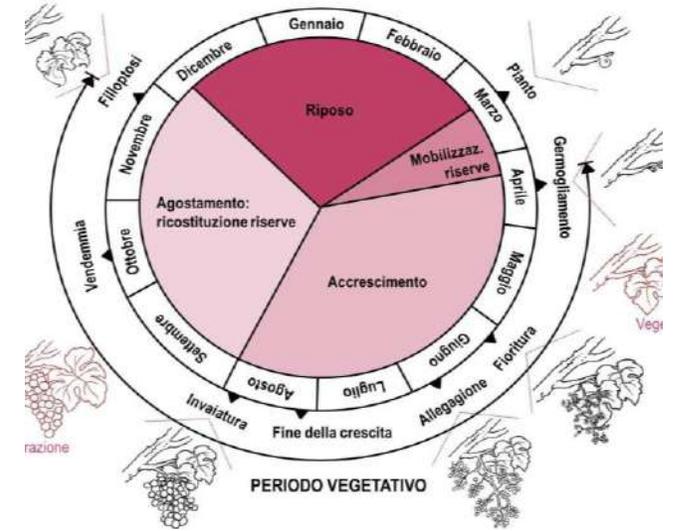
Gestione stress estivi multipli (biotici e abiotici) (f) architettura della chioma

4 subplot per i rilievi condotti a terra

- [1] – gestione ordinaria della chioma (C);
- [2] – defogliazione precoce (LR)
- [3] – defogliazione precoce e nutrizione fogliare (LR x N);
- [4] – nutrizione fogliare (N);

Metodi

La raccolta dei dati di terra è stata scandita in base ciclo vegetativo della vite



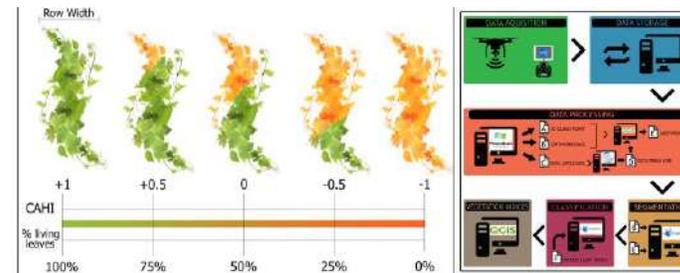
Brunori et al. (2020). Smoke damage detection on grapevines JSFA . In press

Rilievi remote sensing

Indici vegetazionali per validazione dello stato di salute della pianta

Rilievi proximal sensing

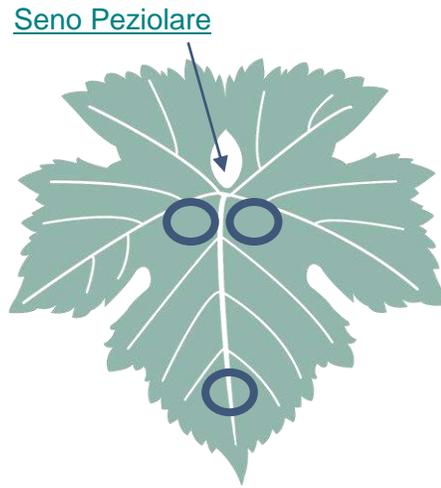
- Indici vegetazionali per validazione degli stress biotici e abiotici



LAI	1.86
Porosità	0.19

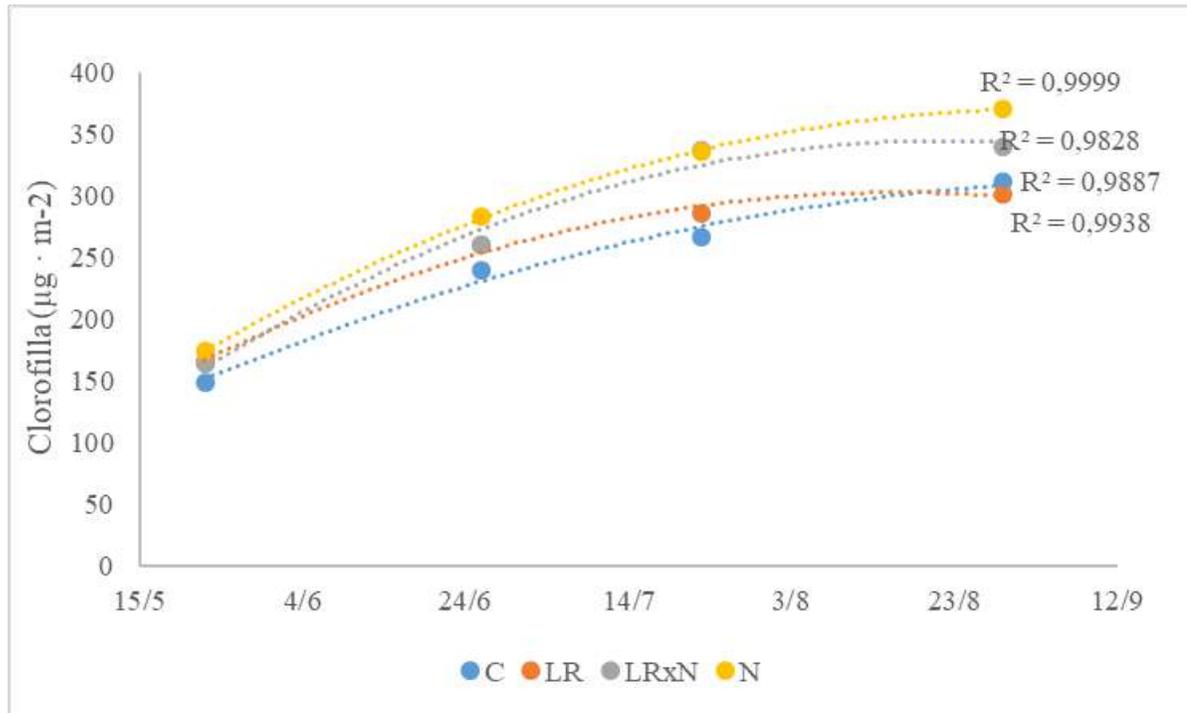
[Chl] fogliare

Schema di foglia di *Vitis vinifera* L., i cerchi identificano le zone in cui sono state effettuate le misure di clorofilla: due in prossimità del seno peziolare ed una in prossimità della punta del lembo di una foglia adulta. Totale di 40 foglie mature per tesi.



[Chl] varia

- Stadi fenologici pianta
- Vigore vegetativo
- Elementi nutrizionali
- Stato idrico della pianta



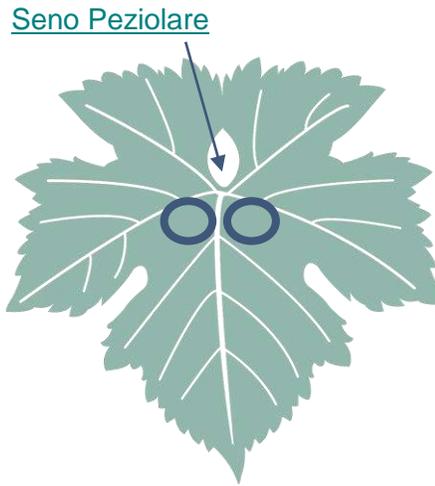
43

Evoluzione della clorofilla nelle foglie di vite sottoposte a diversa gestione della chioma e della nutrizione azotata.

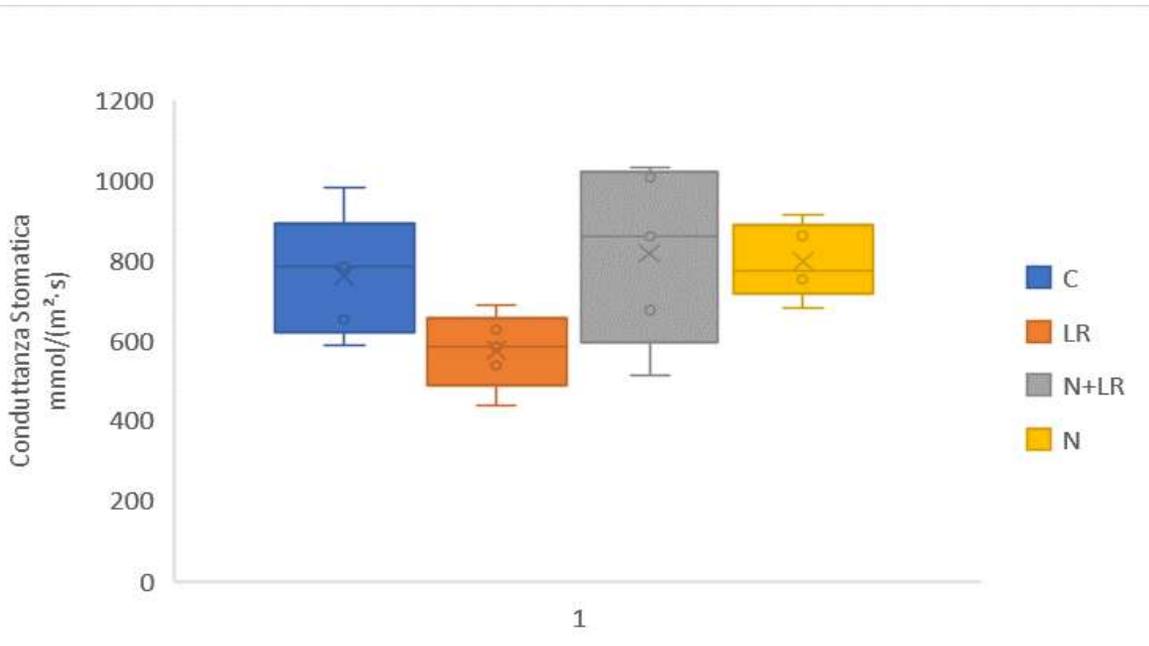
- I dati raccolti sono stati funzionali alla comprensione dello stato fisiologico della pianta durante la stagione vegeto-produttiva.
- Le due tesi nutrite con urea (LR x N ; N) raggiungono valori più elevati di clorofilla nelle foglie, ma anche un maggior vigore vegetativo (LAI).
- La chioma sottoposta a defogliazione (LR) raggiunge valori di clorofilla più contenuti in seguito alla defogliazione che ha 'ringiovanito' l'età delle foglie delle piante facendo sì che alla raccolta la chioma rimanesse ancora fotosinteticamente attiva, ma con un LAI ridotto, mantenendo le piante in condizione di equilibrio vegeto-produttivo.

Conduttanza stomatica

Schema di foglia di *Vitis vinifera* L., i cerchi identificano le zone in cui sono state effettuate le misure di conduttanza stomatica .
Totale di 40 foglie mature per tesi.



indicatore fisiologico dello stato idrico della pianta influenzato dall'ambiente pedo-climatico dall'architettura, anatomia e fisiologia della pianta



44

Conduttanza stomatica (media e deviazione standard) alla raccolta delle foglie di vite sottoposte a diversa gestione della chioma e della nutrizione azotata.

- Tesi defogliata → condizioni di stress idrico + elevate
- pianta chiude gli stomi, rallenta fotosintesi
- migliora efficienza di utilizzo dell'acqua (WUE)

Minor consumo idrico per unità di sostanza secca prodotta

Condizioni ricercate dal viticoltore per preservare **qualità** della produzione e **sostenibilità** della pratica viticola

Validazione deficit idrico sul suolo



Analisi fisico-chimiche	P1			P4		P2			P3
	A1 0-30 cm	AB/B 30-60 cm	B/C 60-80 cm	A1 0-30 cm	AB 30-60 cm	A 0-30 cm	B/C 30-60 cm	C/R 60-100 cm	A1/B 0-30 cm
Sabbia [%]	29,6	29,8	43,1	21,6	81	28,6	30,5	23,5	19,2
Limo [%]	33	36,6	25,9	34,2	3,7	30,5	31,3	30,4	36,9
Argilla [%]	37,4	33,6	31	44,2	15,3	40,9	38,2	46,1	43,9
Tessitura	FA	FA	FA	A	FS	A	FA	A	A
Reazione (1:2,5) [pH]	8,3	8,4	8,5	8,3	8,9	8,5	8,5	8,4	8,4
Cond. elet. (1:5) [dS/m]	0,11	0,09	0,08	0,12	0,06	0,11	0,1	0,12	0,12
Calcare totale [g/Kg]	309,4	392,9	379,8	320,4	308,2	292,4	305,3	241,9	227,9
Calcare attivo [g/Kg]	80	97	72	91	37	61	69	43	70
Sostanza organica [g/100g]	0,67	< 0,34	< 0,34	1,14	< 0,34	< 0,34	< 0,34	< 0,34	0,78
Azoto (N) totale [g/kg]	0,76	0,41	0,38	1,07	0,32	0,51	0,43	0,51	0,8
Fosforo (P) ass. [mg/Kg o ppm]	23	11	10	22	2	5	3	9	3
C. S. C. [meq/100 g]	24,4	20,4	22,8	25,1	9,2	27,3	27	27,8	29,9
Calcio (Ca) [meq/100 g]	22,98	19,71	21,39	26,26	8	26,61	24,65	26,11	33,56
Magnesio (Mg) [meq/100 g]	0,9	0,4	0,34	1,09	0,13	0,53	0,54	0,58	1
Potassio (K) [meq/100 g]	0,47	0,24	0,28	0,04	0,05	0,21	0,21	0,25	0,37
Sodio (Na) [meq/100 g]	0,09	0,08	0,08	0,09	0,07	0,1	0,1	0,1	0,11
ESP exchang. Na %	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,8%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Saturazione basica [%]	100,2%	100,1%	96,9%	109,5%	89,7%	100,5%	94,4%	97,3%	117,2%
Rapporto Mg/K	1,9	1,7	1,2	27,3	2,6	2,5	2,6	2,3	2,7
Rapporto C/N	5,1	2,7	2,9	6,2	2,5	3,3	2,1	2,9	5,6

Calcolo costanti idrogeologiche dei suoli delle 4 tesi (P1, P2, P3, P4)



Determinazione del PUNTO DI APPASSIMENTO

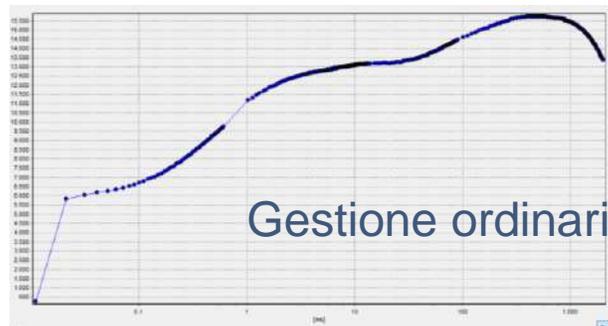
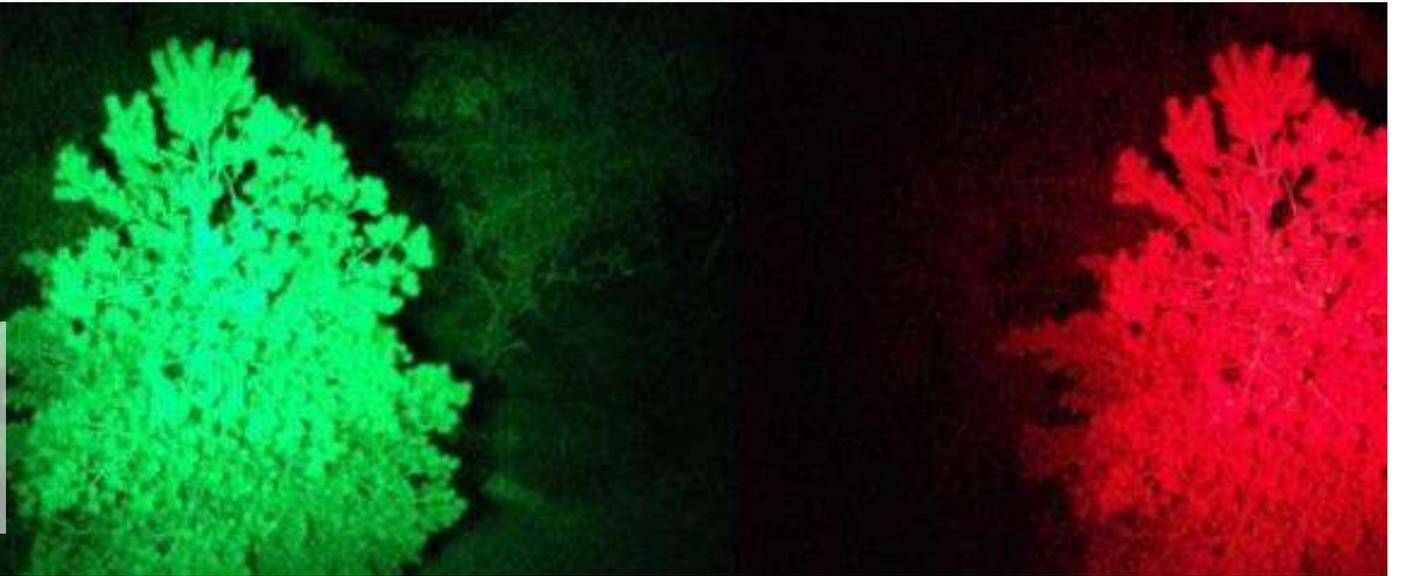
È il contenuto di umidità del suolo al di sotto del quale le piante non sono più in grado di assorbire l'acqua e appassiscono

Il contenuto idrico al punto di appassimento è significativamente diverso per i suoli delle 4 tesi a confronto, varia tra 15,9 %, e 25,7 %.

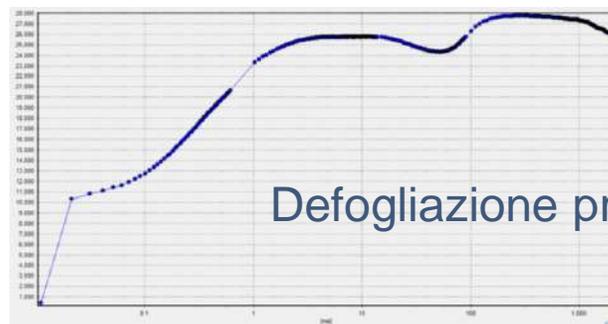
Evidenziano una elevata eterogeneità che in viticoltura concorre ad accrescere le difficoltà della gestione agronomica

Fluorescenza della clorofilla

mappare il grado di fluorescenza, per quantificare l'efficienza fotosintetica



Gestione ordinaria della chioma



Defogliazione precoce

DEFOGLIAZIONE

le condizioni di stress idrico delle foglie **ottimizzano** anche **l'efficienza fotosintetica** raggiungendo a parità di protocollo OJIP utilizzato (impulso 30%) valori più elevati di fluorescenza.

Metodi innovativi

- Analisi integrata, multi-scalare , multidisciplinare per monitoraggio degli stress estivi multipli della vite.

Gestione vigneto

- Tecniche colturali come strategie di adattamento al mutato contesto climatico

Rilievi di prossimità

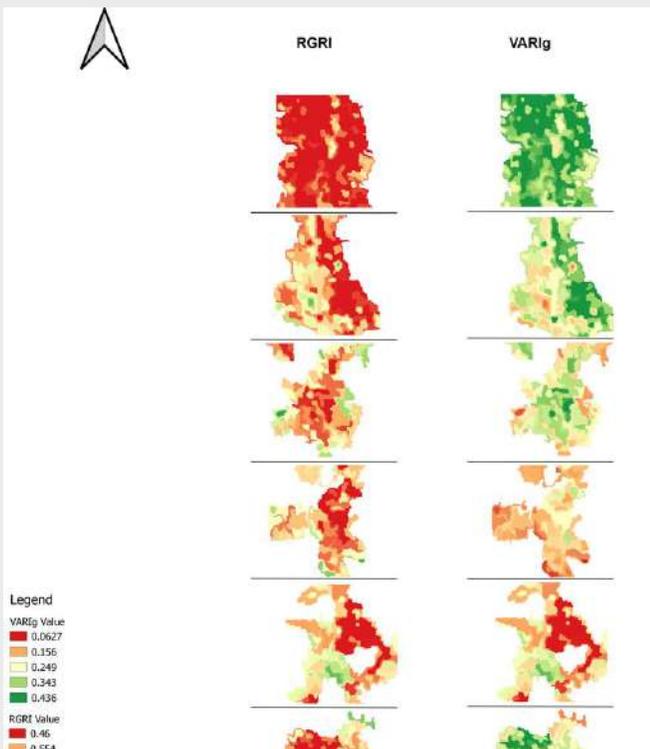
- Unità minima di scala: la singola pianta
- Caratterizzazione delle chioma, del microclima della bacca, dello stato idrico-nutrizionale

VALIDAZIONE DEI DATI

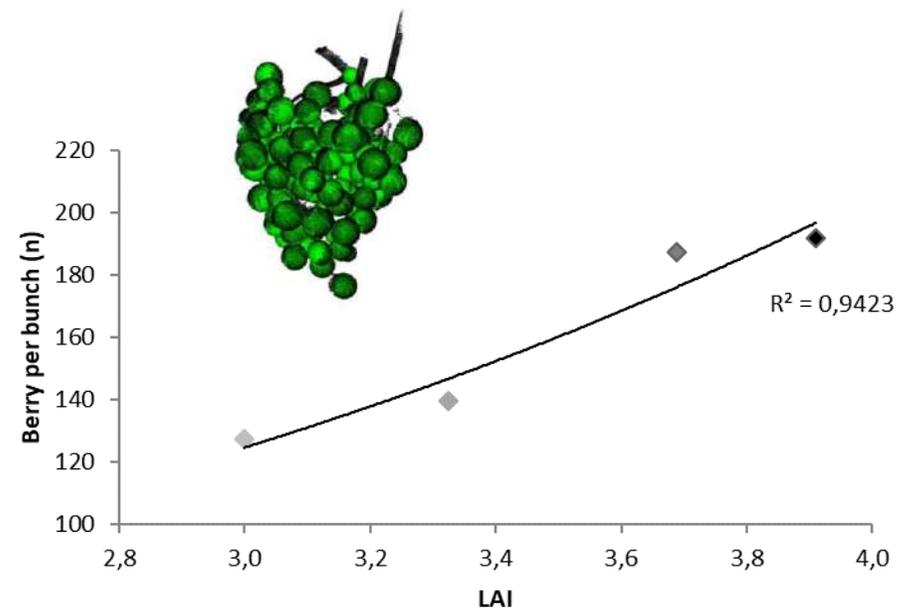
Validazione statistica e analisi multivariata dei dati acquisiti

	Canopy porosity	VariG	RgRi	NDGV
<i>significance</i>	**	*	*	<i>ns</i>
1	a	b	a	
2	b	b	a	
3	bc	ab	ab	
4	c	a	b	

Spazializzazione delle informazioni



Qualità della produzione





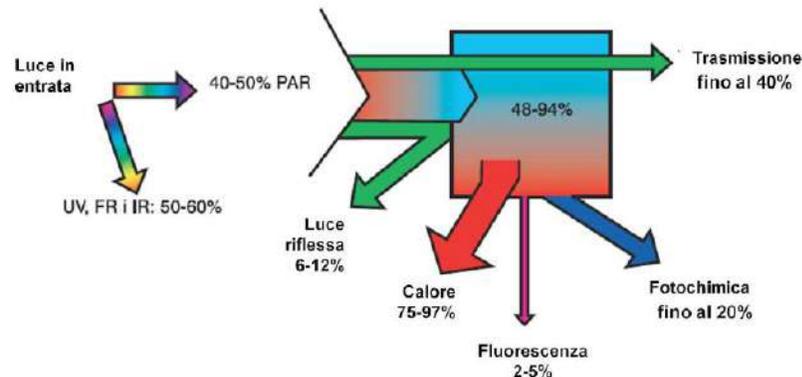
Grazie per l'attenzione!



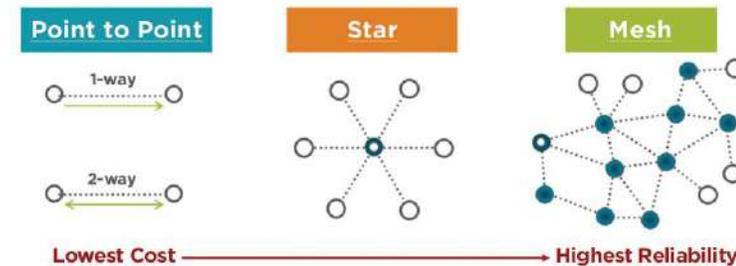
Analisi della sensoristica

Su Rover terrestre:

- Ottici: Imaging multispettrale, Tecniche fluorimetriche
- Fissi su campo:
 - Architettura di rete, Umidità, Temperatura



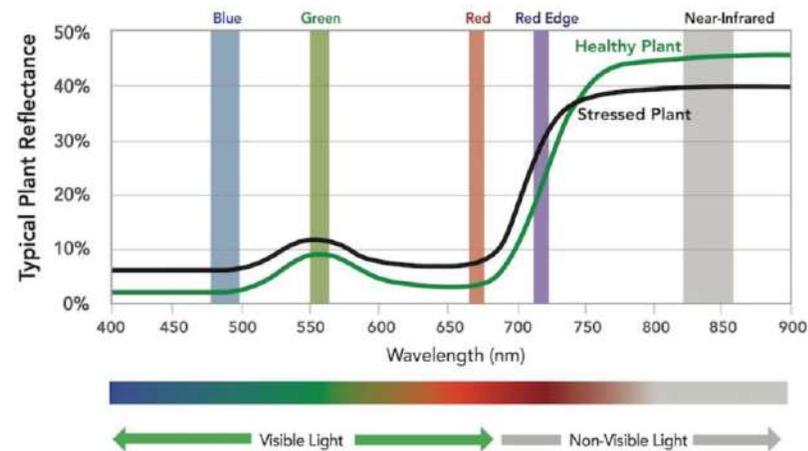
Ripartizione della luce assorbita dalla foglia. PAR: radiazione fotosinteticamente Attiva (Photosynthetically Active Radiation). UV: radiazione ultra-violetta. FR: radiazione rosso lontana (far red). IR: radiazione infrarossa



Topologie di rete di base come funzione della affidabilità e del costo



Vista frontale, laterale e pannello comandi dello strumento



Tipico andamento della Riflettanza vegetativa nelle bande del Rededge e NIR

Specifiche del Sistema

- 4 canali spettrali VIS-NIR a banda stretta (10nm) sincroni
- Bande intercambiabili, in funzione della missione specifica, mediante slitta porta filtri.
- Canale termico termometrico 7-14 um ad alta risoluzione sincrono con VIS-NIR con possibilità di LiveVideo
- IMU integrata per produzione di immagini GEOtiff
- SSD Estraibile
- Antenna removibile
- Power Voltage: 12-36V DC, Max Dissipated Power: 30 W, in Standby: 7,5 W, in Acquisition: 25 W
- Dimensioni: HxLxW 230x83x110



Risultati e criticità sulle attività svolte

Due modalità di acquisizione:

- 1) rilevazione ortogonale alla direzione di avanzamento del Rover lungo i filari;
- 2) riprese allineate al filare.

Secondo i risultati delle acquisizioni sono stati sviluppati dei sistemi di calibrazione software per allineare opportunamente le immagini multibanda ed eliminare il problema della parallasse, per le immagini prese a distanze predefinite e impostate a monte delle campagne di misura.



La configurazione più adatta, è quella di rilevazione ortogonale alla direzione di avanzamento del Rover lungo i filari.



- Distanza di ripresa di circa 1,2m; le singole bande relative al filare
- A) restano allineate nella parte centrale sull'asse verticale del sensore con una riduzione di circa il 28% del campo ripreso in verticale
 - B) restano allineate sempre sull'asse orizzontale del sensore.



Distanza di ripresa di circa 2m; le singole bande relative al filare ripreso in primo piano restano allineate nella sola parte centrale dell'immagine sull'asse verticale del sensore con una notevole riduzione (circa il 70%) del campo ripreso totale

Sensori di monitoraggio sul campo - Architettura di rete

Sistema

- protocollo Long Range (LoRa)
- Adafruit Feather 32u4 with LoRa Radio Module RFM96
- 16 nodi su campo. Sensori weatherproof per monitoraggio temperature e umidità



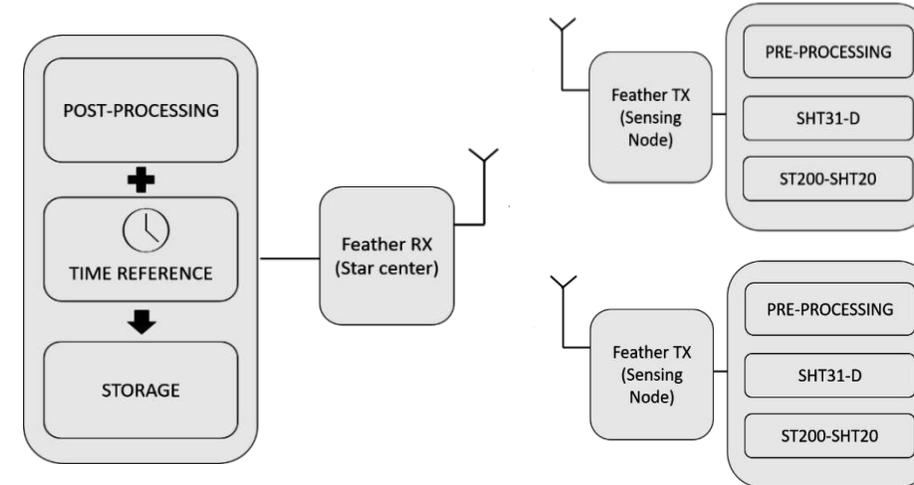
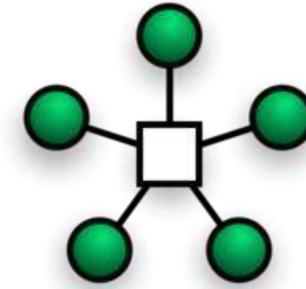
Feather Lora



Sensore di umidità e temperatura

Rete a stella

- semplicità implementativa
- maggiore autonomia operativa
- autonomia dei singoli nodi
- no modalità di comm. bidirezionale
- Modalità nodi in sospensione
- modalità di listening del nodo centrale



Schema concettuale architettura rete

Sensori di monitoraggio sul campo

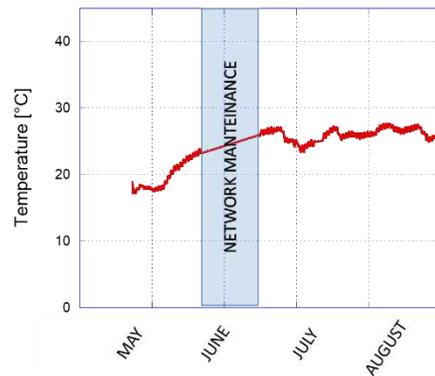
Risultati e criticità sulle attività svolte



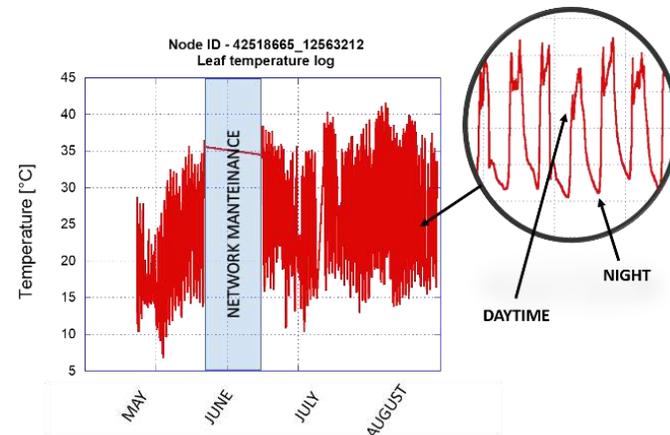
Parametro	Valore
Distanza media dal centro stella	200m
Line of sight	No
Intervallo di acquisizione	10minuti
Capacità batteria	1000mAh LiPo

Criticità emerse

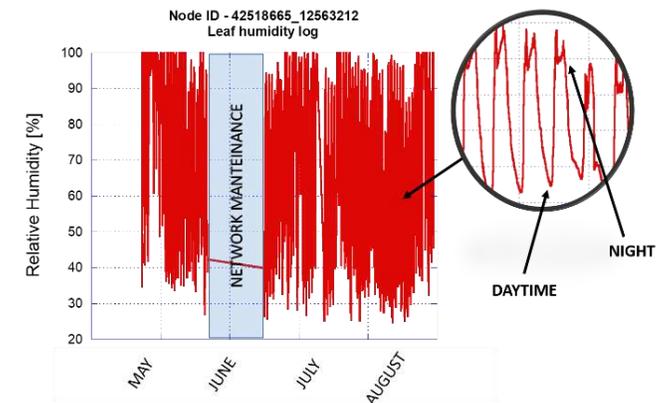
La conformazione geografica del campo, la mancanza di «line of sight» di alcuni nodi e la grande variabilità dell'attenuazione radio causata dalle piante ha reso la comunicazione instabile. Questo ha provocato perdita di dati e minore autonomia dei nodi



Log della temperatura del terreno (40cm di profondità) di un nodo LoRa installato

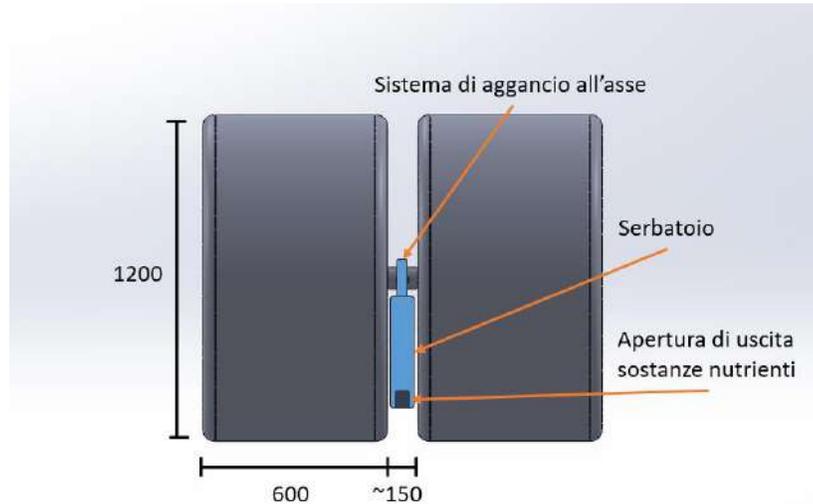


Log della temperatura del sotto-chioma (120cm di quota) di un nodo.

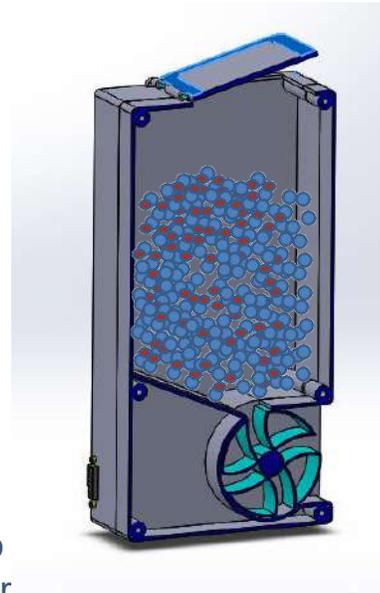


Log dell'umidità del sotto-chioma (120cm di quota) di un nodo.

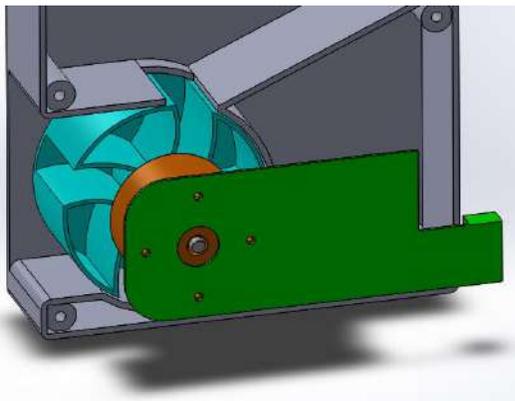
Sistema per lo spandimento di nutrienti per Rover terrestre



Il sistema di spandimento è posizionato al di sotto dell'interasse del drone, per mantenere il baricentro basso e garantire stabilità al Rover



Sistema a chiocciola motorizzato, per permettere la regolazione del quantitativo di spargimento delle sostanze, in maniera proporzionale alla velocità di rotazione.



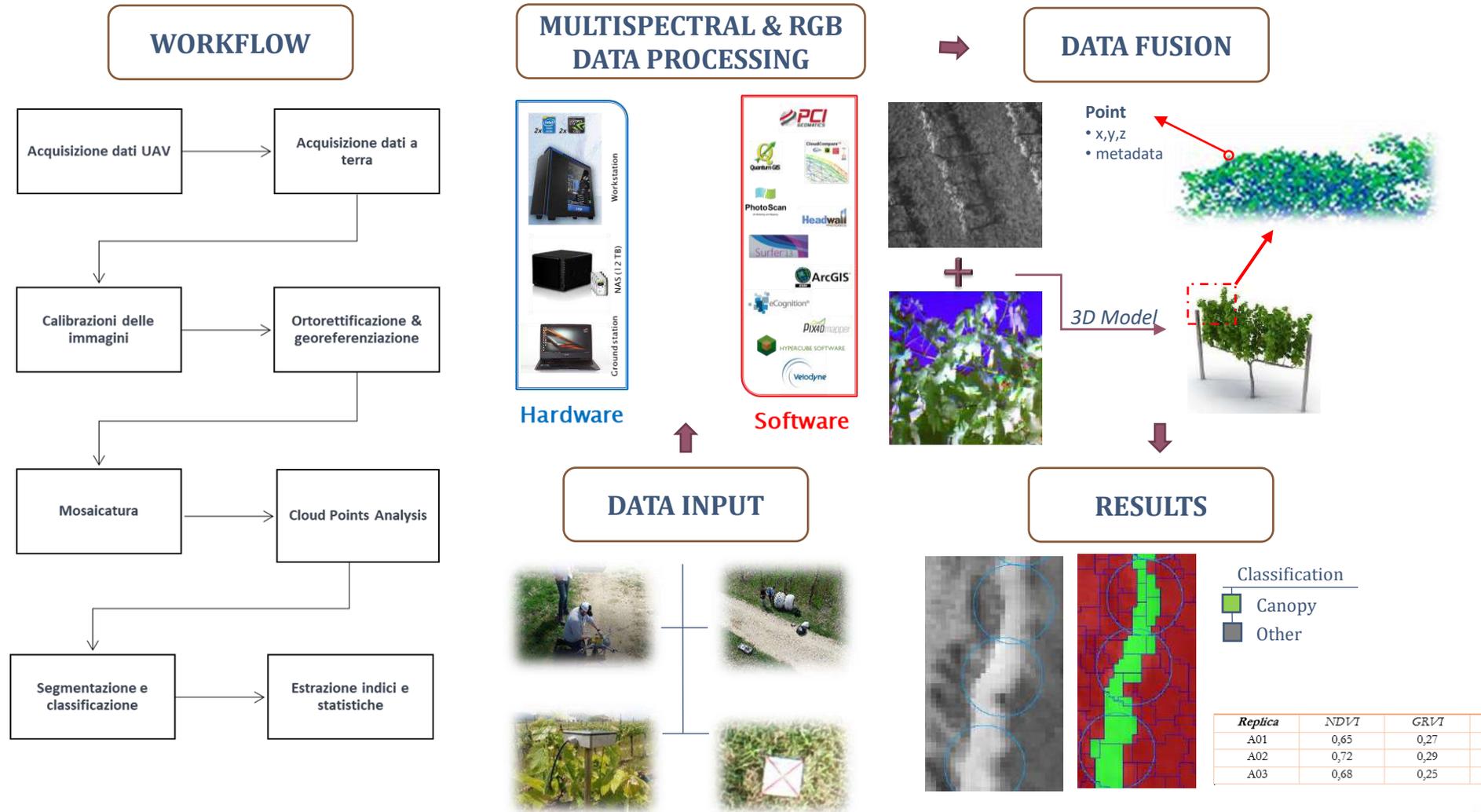
Il controllo del motore viene effettuato tramite una scheda elettronica embedded e interfacciata attraverso un connettore posto nella parte posteriore del sistema e collegato direttamente verso la MCU del drone. L'interfaccia elettronica si compone di una parte power per l'alimentazione a 12V del sistema che di una parte di segnali digitali per lo scambio dati.

Granulato fertilizzante

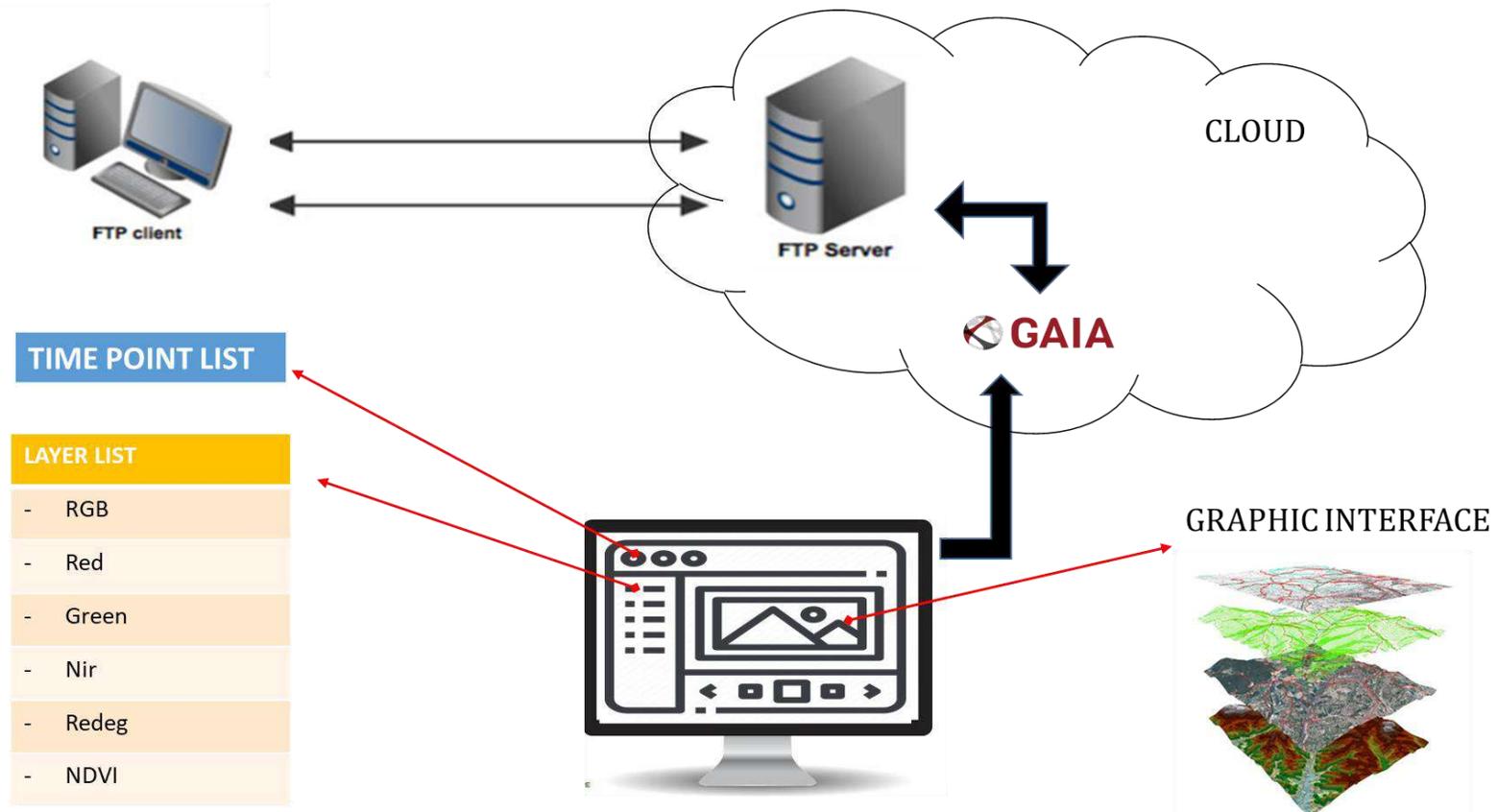


Grazie per l'attenzione!





WEB APPLICATION



RISK MANAGEMENT & DISSEMINATION

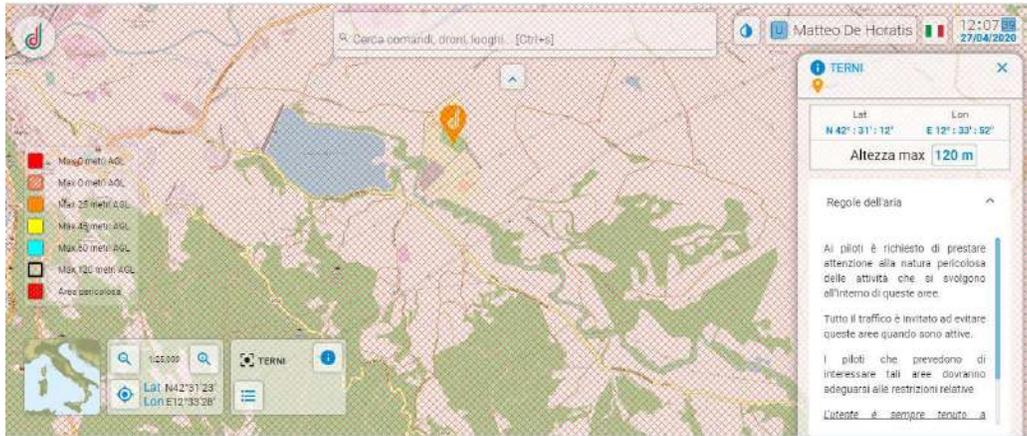
MASTER IN SICUREZZA AMBIENTALE: TECNOLOGIE INNOVATIVE, DRONI E GEOMATICA PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO



Safety

Cartographic analysis

National and international standard (ENAC, EASA)



DISSEMINATION ACTIVITIES

12 Dicembre 2019 - European Expo Forum

Il prototipo finale del Rover sviluppato durante il progetto AGRIDRONEVISION è stato presentato al padiglione di Lazio Innova durante l'European Expo Forum alla Fiera di Roma.



12-15 Novembre 2019 - Partecipazione all'International Symposium on Technologies for Smart City - Malaga

Anche quest'anno i risultati del progetto sono stati presentati al simposio internazionale sulle tecnologie per la smart city organizzato a Malaga dai partner Andalucía Smart City Cluster. In occasione dell'evento è stato organizzato un Workshop sulla cooperazione internazionale per lo sviluppo di progetti congiunti di ricerca e sviluppo e la commercializzazione dei prodotti.



5-6 novembre 2018 Congresso Nazionale di Selvicoltura, Torino

Le attività di ricerca del DIBAF all'interno del progetto sono state presentate da Mauro Maesano al IV Congresso Nazionale di Selvicoltura organizzato dall'Accademia Italiana di Scienze Forestali con la collaborazione della Regione Piemonte e dell'Università di Torino.



23-29 Giugno - Nanjing Techweek 2019

A seguito della missione di Novembre in Cina e degli accordi firmati con i partner cinesi, la Setel è stata invitata dalla Nanjing Innovation Fair a partecipare alla più grande fiera dell'innovazione di Nanchino insieme allo Open City IoT Smart Lab. È stato firmato un ulteriore accordo per realizzare un dimostratore tecnologico in Cina.



5 novembre 2018 Visita ad azienda vinicola di Moclinejo

Nell'ambito delle attività di Internazionalizzazione è stata visitata l'azienda vinicola Dimobe di Juan y Antonio Muñoz per analizzare la validazione del progetto AgriDrone su vigneti caratterizzati da forti pendenze.



9 Aprile 2019 - 14th High Level Forum on Regional and Urban Policy Cooperation a Bruxelles

Il progetto AgriDrone è stato presentato alla commissione europea a Bruxelles in occasione del Summit sulla cooperazione internazionale tra Europa e Cina. Più di 70 esperti rappresentanti del parlamento europeo e del governo cinese hanno partecipato all'evento durante il quale sono state presentati progetti innovativi di cooperazione su vari temi tra cui quello dell'agricoltura di precisione.



25-30 Novembre 2018 - Missione in Cina.

Nell'ambito delle attività di internazionalizzazione è stata organizzata una missione in Cina che ha consentito di esplorare collaborazioni con partner cinesi e opportunità offerte dal mercato cinese. La missione, organizzata nel quadro del progetto europeo IUC International Urban Cooperation, ha consentito di illustrare le attività e i risultati del progetto ai partner cinesi. La missione ha visto la partecipazione a Pechino all'Urban Technologies Cooperation Forum organizzato dalla rappresentanza UE in Cina e incontri con le municipalità delle città di Yantai, capitale della provincia dello Shandong e Kunming, capitale della provincia dello Yunnan. Sono stati firmati due importanti Memorandum of Understanding per lo sviluppo futuro delle attività in Cina ed è stata visitata l'azienda vinicola di Chiangyu di Yantai, la più grande azienda vinicola cinese ed Asiatica per possibili collaborazioni.



12-14 ottobre 2018 Makerfaire Rome

Il Rover terrestre è stato presentato al pubblico in occasione della Makerfaire 2018 a Roma.



DISSEMINATION ACTIVITIES



Il pilota Italiano presso l'azienda agricola Famiglia Cotarella a Montecchio (Umbria)

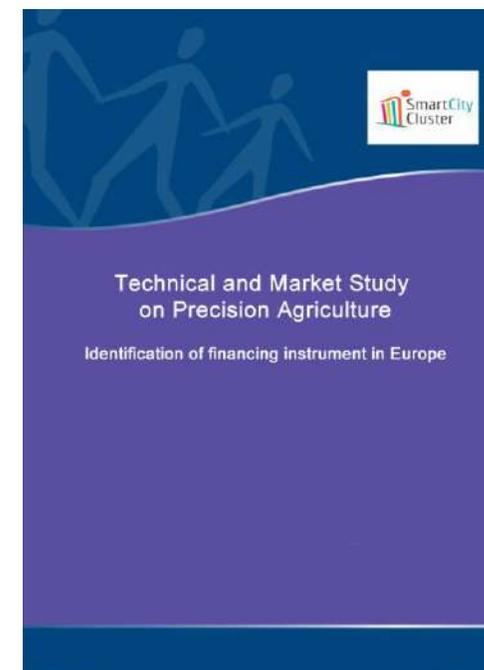


Il pilota Spagnolo presso l'azienda agricola Bodega Conrad a Ronda (Andalusia)

Area individuata per il pilota presso il vigneto Famiglia Cotarella



Area individuata per il pilota presso il vigneto Bodega Conrad





Unione europea



REGIONE
LAZIO



*Sistema Integrato Intelligente
per la Gestione Innovativa e Sostenibile
di Ecosistemi Agro Ambientali*

GRAZIE PER L'ATTENZIONE !

SeTeL



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia

WeDIBAF
Department for Innovation
in Biological, Agrofood and Forest systems

