

5G: Scenari di monitoraggio attraverso droni

Deliverable D3

L' USO DEI DRONI NELL' AGRICOLTURA DI PRECISIONE A MATERA

Nome del progetto	Scenari di monitoraggio attraverso droni
Acronimo	MODRO
Data avvio progetto	01/02/2018
Durata del progetto	18 Mesi
Data consegna documento	2020
Stato del documento	Versione 1.0
Responsabile	CNR-ISTI: Erina Ferro
Autori	Erina Ferro, Claudio Gennaro, Claudio Vairo (CNR-ISTI, Pisa) Andrea Berton (CNR-IFC, Pisa) Arturo Argentieri (CNR-ISASI, sede di Lecce)
Revisori	TIM: Andrea Bragagnini

INDICE

1	Descrizione	3
2	I DRONI A DISPOSIZIONE	3
3	DRONI E 5G	4
4	GLI ALGORITMI DI ANALISI	5

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	L'area di sperimentazione	3
Figura 2.	Il SAPR usato per le sperimentazioni a Matera.....	5
Figura 3.	Il campo partizionato visto dalla MicaSense.....	5
Figura 4.	L'architettura del sistema	6
Figura 5.	In figura a) è mostrata la mappa di vigore della vegetazione all'epoca della concimazione, mentre in figura b) è riportata la mappa di prescrizione per la fertilizzazione a rateo variabile elaborate da Digimat.....	6
Figura 6.	Esempio di ostacolo rilevato in campo dagli algoritmi di analisi del CNR-ISTI.....	7

1 Descrizione

Questo documento ha lo scopo di descrivere i test operativi fatti nel 2020 a Matera con il drone per lo **Scenario 8.11.2: Agricoltura di Precisione con Veicoli Autonomi**.

I test operativi sono stati effettuati compatibilmente con le restrizioni dovute alla pandemia da Covid-19. L'area interessata (Figura 1) è stata un campo di trifoglio messo a disposizione da Masseria del Parco (La Martella- Matera- Basilicata), dove l'Università della Basilicata, a febbraio 2020 aveva provveduto a fare una fertilizzazione a rateo variabile (da 0,35 a 50kg per ettaro).



Figura 1. L'area di sperimentazione

2 I DRONI A DISPOSIZIONE

Nella

Tabella 1 sono riportate le tipologie di multicotteri attualmente disponibili.

Dal punto di vista costruttivo, in agricoltura i velivoli ad ala rotante sono certamente i più adatti per effettuare attività in zone con una complessa orografia del territorio, dove le manovre di decollo e atterraggio verticali permettono una maggiore sicurezza.

Inoltre, le piattaforme ad ala rotante hanno una maggiore semplicità di utilizzo, dato che possono volare anche a velocità più basse senza correre il pericolo di entrare in stallo, mentre i velivoli ad ala fissa devono volare sempre ad una velocità superiore alla minima di sostentamento.

Diverse sono le modalità con cui un drone, amatoriale o che segua il protocollo ENAC, può sorvolare un campo e fotogrammare l'area. È evidente che basse velocità di volo e basse altezze di volo richiedono più tempo per il rilievo ma consentono una migliore risoluzione delle immagini.

Deliverable 3 "L'uso dei droni nell'agricoltura di precisione a Matera"




TIPOLOGIA	PESO	BATTERIE	AUTONOMIA	RESISTENZA AL VENTO	TEMPERATURA OPERATIVA	PAYLOAD	
Multicotteri INOFFENSIVI	<250gr	1	15-20 min	5 m/s	0-40°	RGB nel visibile, preinstallato	
Solitamente sono quadricotteri che utilizzano prettamente la loro Videocamera preinstallata dal fornitore e non è possibile avere ulteriori payload/sensori. Sono molto usati per scopi ludici, di educazione o per semplici ispezionamenti in ambito VISIVO (RGB).							
Multicotteri PROFESSIONALI	>2KG < 25KG	1	15-30 min	10 m/s	0-40°	Di vario genere ma preinstallato	
Questa categoria include attività professionali, ludiche e non, con cui è possibile eseguire voli automatici. La maggior parte dei multicotteri inclusi in questa categoria hanno funzionalità avanzate di fotogrammetria aerea.							
Multicotteri INDUSTRIALI	<25KG	Multiple	25-45 min	10 m/s	0-40°	Di vario genere, Multipli, preinstallati o aggiunti dall'operatore SAPR	
Questa categoria include attività professionali, ludiche e non, con cui è possibile eseguire voli automatici e utilizzare, nei limiti della loro MTOM (massa operativa al decollo), altri payload/sensori. La maggior parte dei multicotteri inclusi in questa categoria hanno funzionalità avanzate di fotogrammetria aerea. Sono in grado di ospitare diversi sensori, payload, e sono largamente utilizzati per ispezionamenti e rilievi aerei di vario genere.							
Tutti i piloti di multicotteri devono osservare il Regolamento Enac - Mezzi aerei a pilotaggio remoto, Ed.3: https://www.enac.gov.it/sites/default/files/allegati/2019-Nov/Regolamento_Mezzi_Aerei_a_Pilotaggio_Remoto_Ed_3_11112019.pdf							
Tutti i dati sopra citati sono a scopo riepilogativo date le esigenze di mercato in larga espansione							

Tabella 1. Schema comparativo delle tipologie di multicotteri

In Tabella 2 sono riportati modalità e costi per l'utilizzo di un drone.

	Bassa Velocità	Alta velocità
Velocità (km/h)	10	20
Capacità di copertura (minuti/h)	10-15	5-10
Costo volo drone amatoriale (€/h)	20-50	10-30
Costo volo drone protocollo ENAC (€/h)	70-110	30-50

Tabella 2. Modalità e costi per l'utilizzo di un drone

3 DRONI E 5G

Nell'ambito della sperimentazione 5G Bari-Matera, ed in particolare nella sezione dedicata all'Agricoltura di Precisione, sono state sperimentate da parte dell'Università della Basilicata, tecniche innovative di concimazione a rateo variabile per le colture cerealicole. Questa sperimentazione è stata innovativa sia dal punto di vista degli algoritmi di analisi dei dati acquisiti da UAV che per le tecniche e tecnologie di trasmissione e connessione tra UAV, cloud di analisi e macchine spandiconcime.

Deliverable 3 "L'uso dei droni nell'agricoltura di precisione a Matera"

Il SAPR utilizzato è stato il Matrice 600-Pro (Figura 2), già usato per le altre sperimentazioni 5G a Matera. Il drone è stato equipaggiato con un sensore multispettrale MicaSense Rededge-M v.2.0, un sensore RGB, un Raspberry e un modem 5G. La camera multispettrale è dotata di 5 sensori che acquisiscono rispettivamente nelle bande spettrali del rosso, giallo, blu, vicino infrarosso (NIR), e RED-EDGE. Per ogni scatto, il drone acquisisce 5 immagini in formato TIFF, ossia una immagine (pari circa 2.5 Mbyte) per banda spettrale. Per un terreno di 6,7 ettari (Figura 3), con un volo di 15 minuti del drone a 60 metri di quota, la camera multispettrale genera 9 Gbyte di dati, da cui l'esigenza di avere un collegamento 5G tra SAPR e Ced di Digimat. In Figura 4 è mostrata l'architettura dell'intero sistema.



Figura 2. Il SAPR usato per le sperimentazioni a Matera



Figura 3. Il campo partizionato visto dalla MicaSense

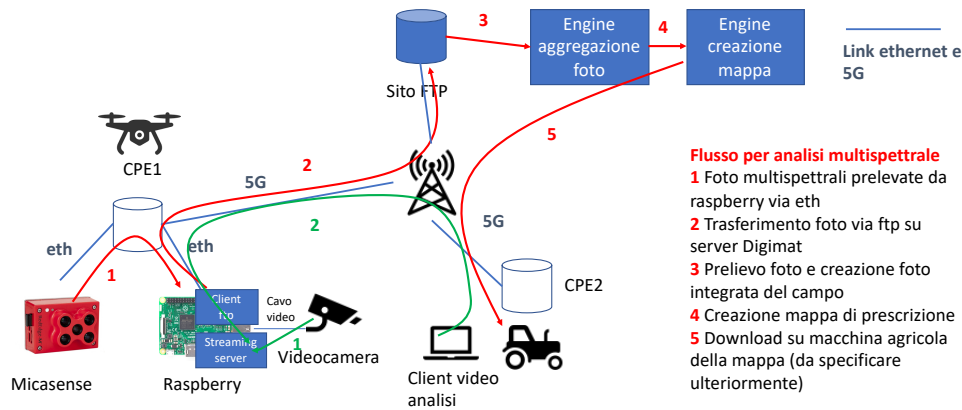


Figura 4. L'architettura del sistema

4 GLI ALGORITMI DI ANALISI

I fotogrammi acquisiti dal drone sono stati trasferiti al 'cloud' di elaborazione mediante rete 5G; i dati sono stati, quindi, corretti, mosaicati e ritagliati al fine di ottenere un'immagine multispettrale dell'area di studio. In Figura 5a è mostrata la mappa di vigore della vegetazione all'epoca della concimazione. Una volta terminata la fase di 'pre-processing', il DSS sviluppato da Digimat SPA ha prodotto le mappe di prescrizione a rateo variabile (Figura 5b). Si tratta di un sistema innovativo dotato di algoritmi in grado di integrare informazioni relative all'interazione suolo-pianta-atmosfera. La mappa di prescrizione è stata prodotta a risoluzione spaziale compatibile con le proprietà del mezzo spandiconcime ed in particolare alla risoluzione di 36x36 metri.

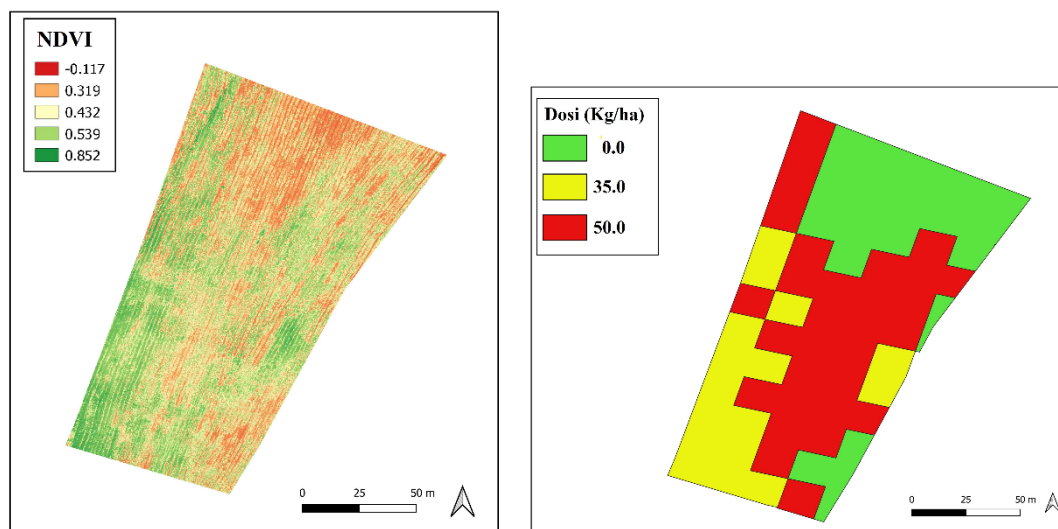


Figura 5. In figura a) è mostrata la mappa di vigore della vegetazione all'epoca della concimazione, mentre in figura b) è riportata la mappa di prescrizione per la fertilizzazione a rateo variabile elaborate da Digimat.

Il sistema è stato predisposto in modo che le mappe di prescrizione vengano integrate con le mappe di eventuali ostacoli presenti in campo. Infatti, parallelamente all'elaborazione delle mappe di prescrizione, gli algoritmi di intelligenza artificiale del CNR, a partire dalle immagini RGB, hanno rilevato la presenza di eventuali ostacoli presenti sul terreno. In Figura 6 è riportato un esempio di un'immagine ripresa dal SAPR in cui un passeggino viene rilevato e identificato come oggetto estraneo e, quindi, un potenziale ostacolo per la trattrice autonoma. Gli ostacoli presenti in campo vengono individuati e le loro coordinate vanno a modificare la mappa di prescrizione della macchina agricola. Una volta generata la mappa di prescrizione definitiva, questa viene inviata alla trattrice tramite collegamento 5G.



Figura 6. Esempio di ostacolo rilevato in campo dagli algoritmi di analisi del CNR-ISTI

In Figura 6 è riportato un esempio di un'immagine ripresa dal SAPR in cui un passeggino viene rilevato e identificato come oggetto estraneo e, quindi, potenziale ostacolo per la trattrice. Le coordinate degli eventuali ostacoli rinvenuti nel campo vanno a modificare le mappe di prescrizione. Una volta generata la mappa di prescrizione definitiva, dal server Digimat, la mappa viene inviata alla trattrice tramite collegamento 5G.

Riassumendo, lo scenario complessivo presenta una trattrice autonoma, connessa in 5G con il server Digimat, che riceve da questi le mappe di prescrizione aggiornate, con correzioni RTK (Real Time Kinematic, ricevute in tempo reale durante l'operatività della macchina), e altre informazioni necessarie all'operatività della trattrice. Le mappe di prescrizione sono ricevute in tempo semi-reale, a valle del processo di acquisizione immagini dal SAPR e la creazione della mappa stessa. Il SAPR vola sul campo in esame prima che la macchina agricola si muova, ed effettua riprese RGB e multispettrali al fine di valutare in tempo reale sia lo stato del terreno da trattare sia la presenza di eventuali ostacoli. Le immagini raccolte dalla camera multispettrale sono inviate al server Digimat per generare la mappa di prescrizione utilizzata dalla trattrice, mentre le immagini riprese dalla macchina RGB sono inviate al server CNR per essere elaborate con gli algoritmi di intelligenza artificiale per il riconoscimento di eventuali ostacoli presenti sul terreno. Le coordinate degli eventuali ostacoli sono inviate a Digimat per

modificare appropriatamente la mappa di prescrizione per la trattrice. I trasferimenti dei dati avvengono via collegamento 5G.

Per ogni scatto, la camera multispettrale genera 5 immagini in formato TIFF, rispettivamente nelle bande r, g, b, NIR, e RED_EDGE; una immagine per banda spettrale implica circa 2.5Mbyte a immagine. Si è visto che per un terreno di 6,7 ettari, con un volo di 15 minuti del drone a 60 metri di altezza, la camera multispettrale genera 9 Gbyte di dati, da cui l'esigenza di avere un collegamento 5G tra SAPR e CED DIGIMAT. La velocità di volo del drone e la frequenza di acquisizione delle immagini sono settate in funzione della banda disponibile nel campo in esame e della necessità di sovrapposizione delle immagini.