

Spoke3

Prima Esposizione Risultati spoke3

Nome: NIRSBOX

Descrizione: La tecnica di spettroscopia nel vicino infrarosso risolta nel tempo (time-resolved near infrared spectroscopy, TRS) impiega componenti fotonici innovativi (laser impulsati, rivelatori sensibili al singolo fotone, elettronica di conteggio e temporizzazione con risoluzione al picosecondo) per misurare in modo non distruttivo i parametri ottici (coefficiente di assorbimento, coefficiente di diffusione) della polpa dei frutti nella regione spettrale del rosso e del vicino infrarosso (600-900 nm) senza essere influenzati dalle caratteristiche della buccia. I parametri ottici così ottenuti possono essere correlati con i parametri chimici (es., contenuto di clorofilla e acqua) e strutturali (es., consistenza) dei frutti che concorrono a definire i parametri di qualità dei frutti stessi. La tecnica TRS può trovare impiego presso centri di ricerca, aziende e cooperative agricole come strumento per la caratterizzazione ottica non distruttiva dei frutti sia alla raccolta (per la definizione del periodo ottimale di raccolta e la successiva individuazione di classi di qualità) che durante il periodo di conservazione post-raccolta (per l'identificazione di eventuali difetti interni). Lo strumento TRS utilizzato è un prototipo inizialmente progettato e realizzato dal Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano e dall'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del Consiglio Nazionale delle Ricerche che verrà commercializzato dalla spin-off PIONIRS S.r.l.



Link:

<https://www.fisi.polimi.it/it/laboratori-scientifici/phood>;
<https://www.espera.polimi.it/>;
<https://www.pionirs.com/>

Contatti:

Alessandro Torricelli alessandro.torricelli@polimi.it

Nome: SMARTER

Descrizione: Il sistema di monitoraggio e irrigazione prescrittiva SMARTER, permette di gestire l'irrigazione di frutteti utilizzando una griglia di sensori potenziometrici (es., gessetti di Bouyoucos). L'utilizzo di una griglia di sensori consente di ottenere un profilo bidimensionale che indica il contenuto idrico e come questo è distribuito all'interno della porzione di suolo monitorata. Tramite tecniche di intelligenza artificiale il profilo viene raffinato stimando la quantità d'acqua presente nei punti non campionati restituendo l'immagine dell'umidità del sottosuolo monitorato.

Partendo dal monitoraggio del terreno il sistema prescrittivo permette a un agronomo di selezionare, ed eventualmente aggiornare, il profilo ideale di umidità da mantenere. Fissata la frequenza di irrigazione, SMARTER compara il profilo di umidità attuale del terreno con quello ideale, determinando, in modo intelligente, la minima quantità d'acqua necessaria per raggiungerlo. Nel fare ciò si tengono in considerazione le reazioni del terreno alle irrigazioni precedenti.

L'adozione di un sistema SMARTER determina i seguenti vantaggi: (a) risparmio idrico (fino al 40% nelle nostre sperimentazioni); (b) indipendenza dalle caratteristiche pedologiche del terreno; (c) aumento della qualità del raccolto grazie a una irrigazione ottimale; (d) capacità di adattare l'irrigazione in base ai fenomeni atmosferici e ad attività programmate (es. fertirrigazione).



Link:

<https://big.csr.unibo.it/watering/>;
<https://big.csr.unibo.it/projects/smarter/>

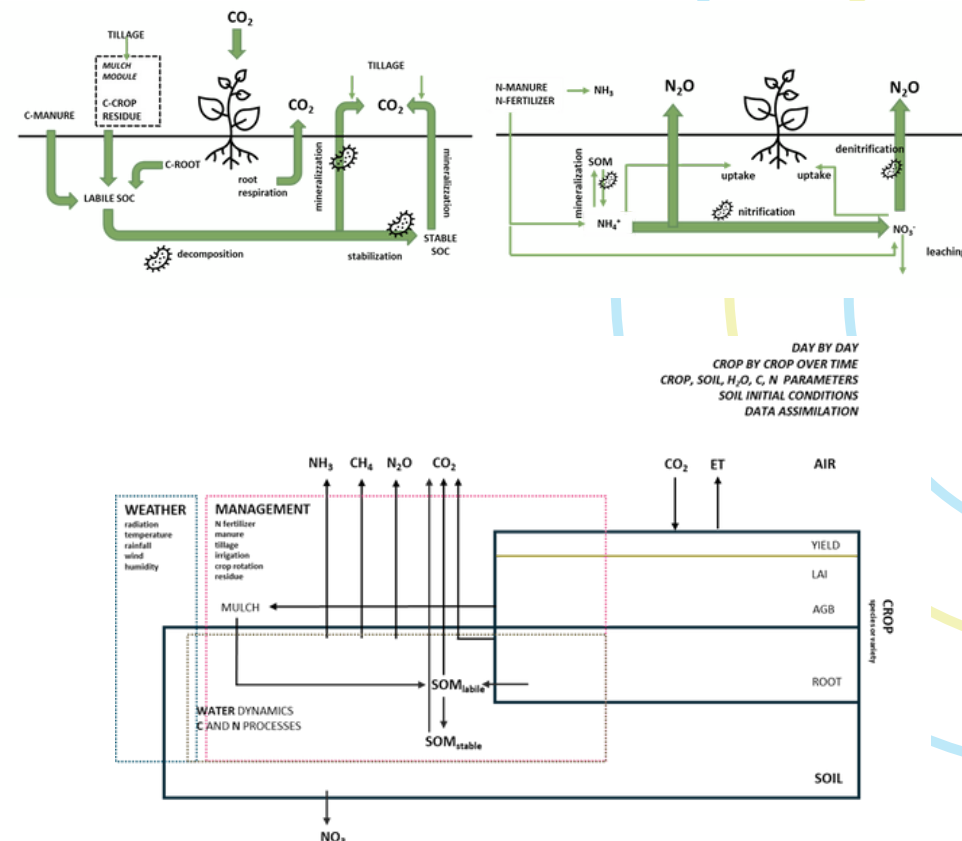
Contatti:

Matteo Golfarelli
Alex Baiardi

matteo.golfarelli@unibo.it
alex.baiardi2@unibo.it

Nome: ARMOSA

Descrizione: Nell'azienda sperimentale cerealicolo-zootecnica di UNIMI a Landriano (PV) è stata allestita nel 2023 una prova sperimentale per confrontare l'effetto di 3 trattamenti di gestione del suolo sull'emissione di gas serra (CO_2 , N_2O , CH_4) e su variabili legate al bilancio dell'N e del C. I dati raccolti, comprendenti umidità e temperatura del suolo, produzione, fenologia, hanno permesso la validazione del modello di simulazione del sistema colturale ARMOSA. Il modello, precedentemente calibrato su un ampio dataset di dati raccolti in contesti pedoclimatici e di gestione analoghi, è pronto per essere utilizzato come strumento di quantificazione delle emissioni e del bilancio di N e C in analisi di scenario.



Link:

<https://doi.org/10.1016/j.eja.2025.127668>

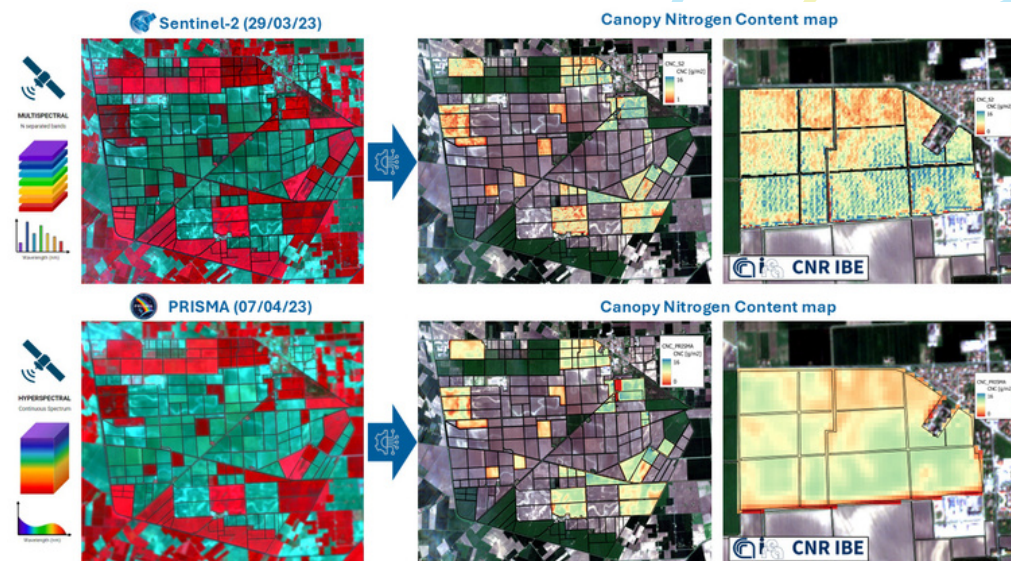
Contatti:

Alessia Perego

alessia.perego@unimi.it

Nome: PRODOTTI DERIVATI DA SATELLITE PER L'OTTIMIZZAZIONE DELLA FERTILIZZAZIONE NELLE COLTURE ERBACEE

Descrizione: È stata sviluppata una tecnologia che integra algoritmi avanzati di *machine learning* e dati satellitari multispettrali e iperspettrali per generare mappe del contenuto di azoto in colture erbacee. L'obiettivo è supportare le pratiche di agricoltura di precisione, fornendo strumenti digitali efficaci per la definizione di mappe di prescrizione della fertilizzazione. Le mappe prodotte consentono una stima spazialmente dettagliata del contenuto di azoto nelle colture, contribuendo a un uso più efficiente e sostenibile dei fertilizzanti. La tecnologia si basa su modelli predittivi sviluppati e validati con dati di campo, e permette di fornire informazioni per adattare interventi agronomici sito specifici alle effettive esigenze delle colture, migliorando la produttività e riducendo l'impatto ambientale.



Link:
<https://www.agrosat.it/it>

Contatti:

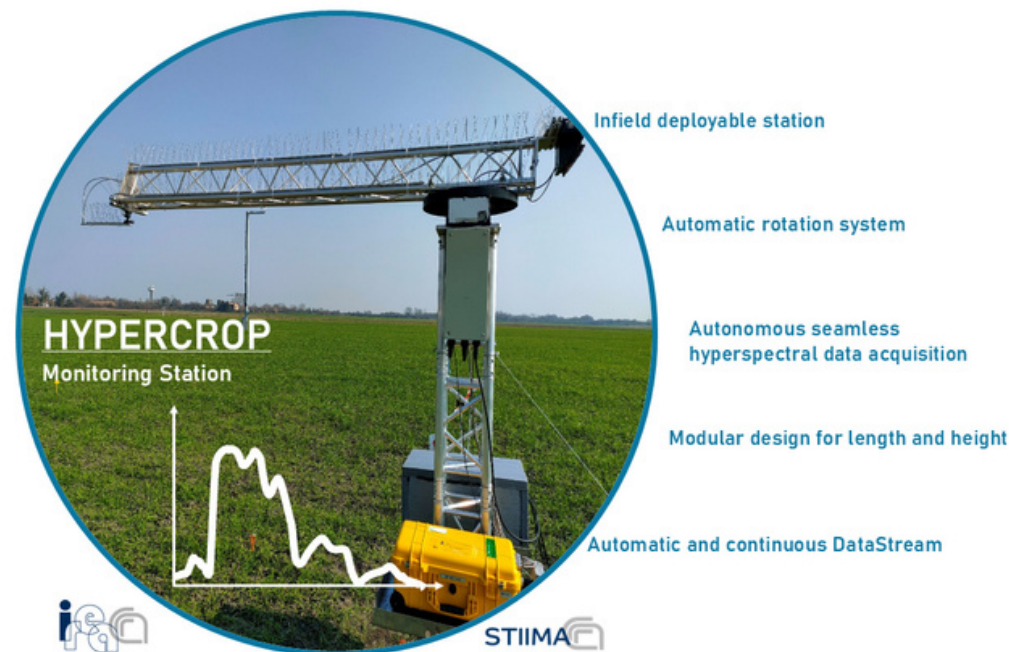
Mirco Boschetti
Gabriele Candiani
Piero Toscano

boschetti.m@irea.cnr.it
candiani.g@irea.cnr.it
piero.toscano@ibe.cnr.it

Nome: HYPERCROP STATION

Descrizione: Piattaforma automatizzata per il monitoraggio iperspettrale in campo HYPERCROP è un prototipo di sistema robotico progettato per l'acquisizione automatica, continua e ad alta frequenza di dati iperspettrali in campo, in posizioni multiple e predefinite. Sviluppata per supportare il monitoraggio delle colture, studi di fenotipizzazione e la calibrazione/validazione (CAL/VAL) di osservazioni satellitari e modelli predittivi per la stima dei crop traits", la piattaforma consente di superare i limiti della raccolta manuale dei dati, spesso costosa e discontinua. La struttura è modulare, in alluminio, con rotazione a 360°, motorizzata e alimentata a energia solare. Il sistema integra un PC a scheda singola, un microcontrollore Arduino e un radiometro iperspettrale NoX (370-1650 nm, JB Hyperspectral Devices). Il sensore acquisisce in modo continuo spettri da differenti bersagli in campo, generando serie temporali dettagliate su crescita e stress delle piante.

In condizioni reali, HYPERCROP ha monitorato il grano duro per l'intera stagione colturale, dalla fase di accostimento alla maturazione. I dati raccolti vengono elaborati per calcolare riflettanza e indici di vegetazione, utili alla stima di caratteristiche biofisiche delle colture. Grazie all'elevata automazione e flessibilità, HYPERCROP rappresenta una soluzione innovativa per il monitoraggio di precisione, con potenziali applicazioni in contesti operativi, campi sperimentali e studi di lungo periodo.



Link:

<https://youtu.be/xo5a8crkfTQ?si=qgqlv9GRf0V5iC9i>

Contatti:

Mirco Boschetti
Alberto Crema

boschetti.m@irea.cnr.it
crema.a@irea.cnr.it

Nome: **SUBSTRATI NBS PER RIUTILIZZO ACQUE REFLUE**

Descrizione: Materiali innovativi come substrato per i sistemi di fitodepurazione per il trattamento decentralizzato delle acque reflue domestiche. Individuazione di substrati a basso costo dalle elevate prestazioni di trattamento con riduzione del *footprint* dei sistemi di fitodepurazione, aumentandone la sostenibilità ambientale e economica. In un impianto di fitodepurazione a scala laboratoriale e in un altro a scala pilota, sono stati testati i seguenti materiali: due granulometrie di depositi piroclastici del vulcano Etna (1-2 mm e > 4 mm); un materiale sintetico basato su cenere vulcanica, un materiale di scarto proveniente da attività di costruzione e demolizione di edifici e scarti di vetro. I materiali testati hanno dimostrato di avere caratteristiche idrauliche (porosità e conducibilità idraulica) idonee per essere impiegati nei sistemi di fitodepurazione, con variazioni trascurabili dopo un anno di funzionamento. Le analisi per valutare la capacità dei substrati di ridurre la concentrazione di diversi inquinanti nelle acque reflue (efficienza di rimozione) hanno evidenziato prestazioni di trattamento molto elevate per la rimozione della sostanza organica (COD >60%), dell'azoto totale (>40%) e la riduzione di microorganismi patogeni quali E. coli (fino a 4 log₁₀ CFU 100 mL⁻¹). L'utilizzo di prodotti di scarto quale substrato per gli impianti di fitodepurazione, oltre a contribuire a risolvere i problemi di smaltimento, eviterebbe di prelevare materiali naturali dalle cave e di conseguenza mantenere inalterato il territorio e risparmiare sui costi di realizzazione.

Plan. Plant. Planet.



Link:

<https://www.di3a.unict.it/docenti/alessia.concetta.marzo>

Contatti:

Alessia Marzo
Giuseppe Cirelli

alessia.marzo@unict.it
giuseppe.cirelli@unict.it

Nome: INTEGRAZIONE TRATTORE CNH CON SENSORE PER LA VIGORIA DEL VIGNETO

Descrizione: Il sensore accoppiato al trattore New Holland consente di mappare il vigore vegetativo di colture a filare, che consente di quantificare e rappresentare efficacemente la variabilità all'interno degli appezzamenti monitorati.

Il monitoraggio si basa su due sensori ottici RGB (uno per lato) e due sensori ad Ultrasuoni (uno per lato), accoppiati a uno specifico algoritmo per la stima del vigore vegetativo.

A ogni dato registrato viene associata una coordinata geografica tramite un sistema GNSS integrato nel sensore.

Il sistema è inoltre in grado di comandare attrezzature VRT (Variable Rate Technology) quali spandiconcime, atomizzatori e macchine raccogliatrici, sia sulla base di mappe precedentemente prodotte, sia in tempo reale ("on-the-go"), ovvero con lettura dei dati da parte del sensore e simultaneo utilizzo dell'attrezzatura VRT.



Contatti:

Filippo Casini
Michele Mattetti
Ilaria Filippetti

filippo.casini5@unibo.it
michele.mattetti@unibo.it
ilaria.filippetti@unibo.it

Nome: SISTEMA MODULARE MULTI-DRONE PER AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Descrizione: L'attività di ricerca ha portato allo sviluppo di un framework modulare hardware e software per sistemi multi-drone, orientato ad applicazioni di agricoltura di precisione. La componente hardware comprende una flotta di droni multirotores e una stazione di controllo a terra, connessi tramite una rete Wi-Fi mesh che consente comunicazioni affidabili e scalabili tra i nodi. Il framework supporta la pianificazione, il coordinamento e l'esecuzione autonoma di missioni di monitoraggio. A supporto dello sviluppo è stato realizzato un ambiente simulato Software-in-the-Loop (SITL), che permette di testare e validare algoritmi e funzionalità in scenari realistici prima dell'implementazione su campo. Il sistema è stato testato e validato in condizioni operative reali mediante una missione di monitoraggio agricolo multi-drone.



Link:

<https://ascl.daer.polimi.it>

Contatti:

Davide Invernizzi
Luca Bascetta
Roberto Rubinacci

davide.invernizzi@polimi.it
luca.bascetta@polimi.it
roberto.rubinacci@polimi.it

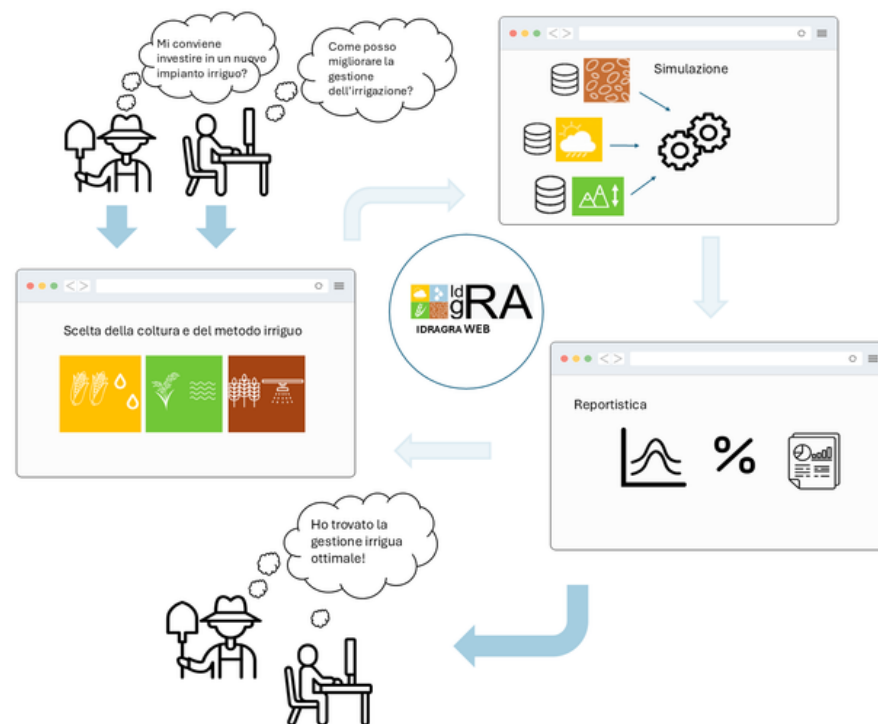
Nome: IDRAGRAWEB

Descrizione: IdragraWEB è una piattaforma che permette di esplorare diversi scenari d'uso della risorsa idrica in agricoltura valutando diverse combinazioni di metodi irrigui, tipologie di colture e dati meteorologici, sia storici sia frutto di scenari climatici. La piattaforma si rivolge quindi ad agronomi, imprenditori agricoli e tecnici dei consorzi di irrigazione che desiderano ottimizzare l'uso dell'acqua nelle produzioni agricole e vogliono valutare eventuali modifiche dei sistemi attuali di gestione della risorsa idrica.

IdragraWEB si basa sul modello agro-idrologico IdrAgra (www.idragra.unimi.it), utilizzato per stimare il fabbisogno irriguo delle colture. Dall'interfaccia, l'utente ha la possibilità di inserire informazioni sui metodi irrigui e sulle colture specifiche dell'area di studio; il sistema, invece, mette a disposizione i dati pre-elaborati riguardanti la tipologia di suolo e le variabili agro-meteorologiche.

Per ogni scenario analizzato, IdragraWEB offre la possibilità di visualizzare i risultati tramite statistiche dettagliate e report tecnici, supportando così una gestione più efficiente e consapevole della risorsa idrica in agricoltura.

Spoke3



Link:

<https://idragra-demo.soft-water.it>

<https://idragra.unimi.it/>

Contatti:

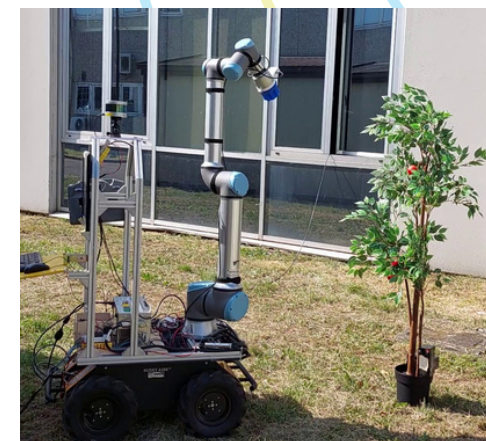
Claudio Gandolfi

claudio.gandolfi@unimi.it

Nome: SISTEMA ROBOTIZZATO PER LA NAVIGAZIONE E LA MANIPOLAZIONE DELLA FRUTTA

Descrizione: Il prototipo realizzato è un robot per il monitoraggio attivo delle colture, la raccolta e la modellazione automatica dei dati e la raccolta di campioni di frutta. La piattaforma integra una base robotica mobile equipaggiata con sensori di navigazione come LIDAR, telecamere ottiche, di profondità e multispettrali ed un manipolatore dotato di manipolatore e soft gripper in grado di raccogliere frutti senza danneggiarli. Il sistema realizza le seguenti funzionalità:

- Manipolazione del robot per il campionamento di frutti. Il sistema rileva, raggiunge e raccoglie singoli campioni di frutta utilizzando il manipolatore del robot e la pinza morbida. L'algoritmo di rilevamento della frutta consente il riconoscimento delle istanze di frutta nelle immagini acquisite dalla telecamera e la stima della loro posizione. Una corretta pianificazione della configurazione della presa e la pinza morbida consentono di afferrare senza danneggiare il campione di frutta. Una sfida significativa è dovuta all'occlusione delle foglie, alla presenza di ostacoli nella scena, alla pianificazione del movimento per staccare un frutto dal suo gambo.
- Navigazione. Il robot utilizza i sensori di bordo per rilevare la presenza di colture in filari ed ostacoli per muoversi tra essi.



Link:

<https://rimlab.ce.unipr.it/Agriculture.php>

Contatti:

Dario Lodi Rizzini
Stefano Caselli

dario.lodirizzini@unipr.it
stefano.caselli@unipr.it

Nome: **UNIMI IRRILAB**

Descrizione: Offriamo soluzioni integrate per il monitoraggio, l'analisi e la gestione dell'irrigazione in agricoltura, con l'obiettivo di migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse idriche. Le attività includono il monitoraggio continuo delle principali variabili agro-idrologiche e la misura dei volumi irrigui utilizzati, utili per conoscere i fabbisogni reali e valutare le pratiche in atto. Attraverso l'analisi delle proprietà idrauliche dei suoli, svolta con tecniche tradizionali e geofisiche, è possibile caratterizzare il comportamento dei terreni in relazione all'acqua. Sviluppiamo e utilizziamo Sistemi di Supporto alle Decisioni (DSS) per la pianificazione degli adacquamenti, basati su dati meteorologici, misure di campo e modellistica. Implementiamo inoltre sistemi per l'automazione e il controllo degli adacquamenti, con l'obiettivo di semplificare la gestione e ridurre gli sprechi. Definiamo protocolli tecnici per migliorare l'efficienza dei metodi irrigui, adattandoli alle condizioni specifiche dei suoli e delle colture. Utilizziamo immagini telerilevate e misure a terra per monitorare lo stato idrico delle colture e supportare le decisioni in tempo reale. Infine, ci occupiamo della calibrazione e validazione di modelli agro-idrologici, strumenti utili per la gestione a scala aziendale e per la pianificazione a scala territoriale. Le nostre attività mirano a fornire strumenti pratici e affidabili per una gestione più consapevole ed efficiente dell'irrigazione.



Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=9HXL8tCJa2o>

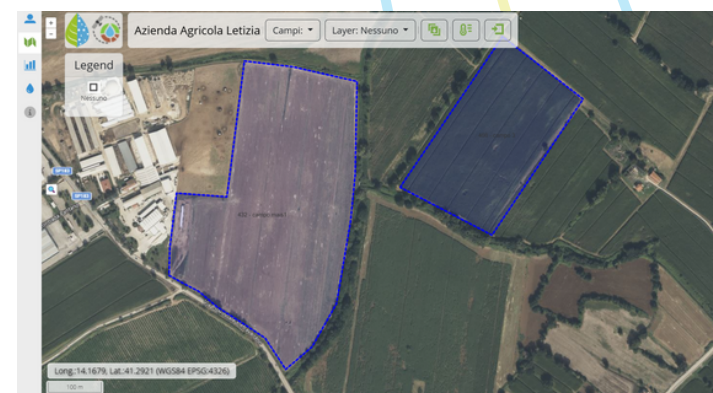
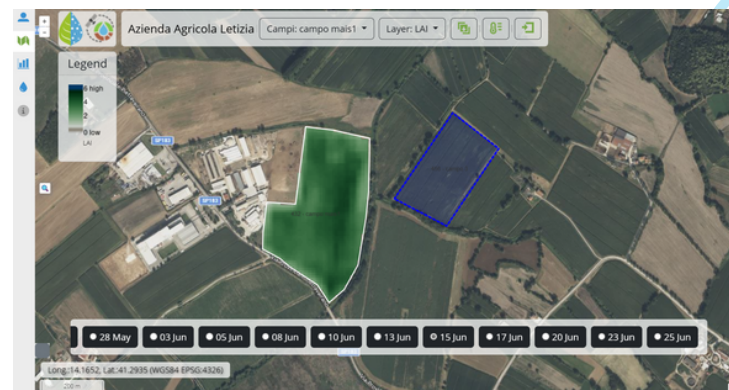
Contatti:

Daniele Masseroni
Arianna Facchi

daniele.masseroni@unimi.it
arianna.facchi@unimi.it

Nome: IRRISAT+

Descrizione: IRRISAT® è il primo sistema di consiglio irriguo basato su immagini satellitari sviluppato ed utilizzato già dal 2015 in Regione Campania a scala aziendale e consortile. Nel corso degli anni, IRRISAT ha continuato ad evolversi, raggiungendo oggi un'elevata affidabilità con minima richiesta di dati all'utente finale. Nell'ambito dello Spoke 3, IRRISAT® è stato ulteriormente sviluppato e oggi è un sistema interamente basato su *cloud computing*, con accesso immediato alle immagini dei satelliti Sentinel-2 di Copernicus, con alta risoluzione spaziale e temporale, e previsioni meteo integrate, facilmente consultabile grazie ad un'interfaccia semplice e intuitiva. Grazie all'integrazione con i dati di contenuto idrico del suolo rilevati da sensori installati in campo, è possibile adattare il momento d'intervento irriguo all'effettivo stato idrico del sistema suolo-pianta, aumentando così ulteriormente l'affidabilità di IRRISAT+. I volumi irrigui sono forniti a scala giornaliera, con un orizzonte di previsione di 5 giorni dall'ultima irrigazione. IRRISAT+ consente di analizzare la variabilità di crescita delle colture all'interno di ciascun appezzamento (grazie a mappe di Indice di Area Fogliare), nonché l'uniformità dello stato idrico, per l'integrazione nei sistemi di agricoltura di precisione. Grazie alla collaborazione con il partenariato di AgriLivNetwork, IRRISAT+ è implementato in maniera operativa in alcune aziende, per dimostrarne l'efficacia nel pianificare l'irrigazione in modo più razionale, con riduzione degli apporti idrici e risparmi di energia.



Link:

www.irisat.com

Contatti:

Guido D'Urso

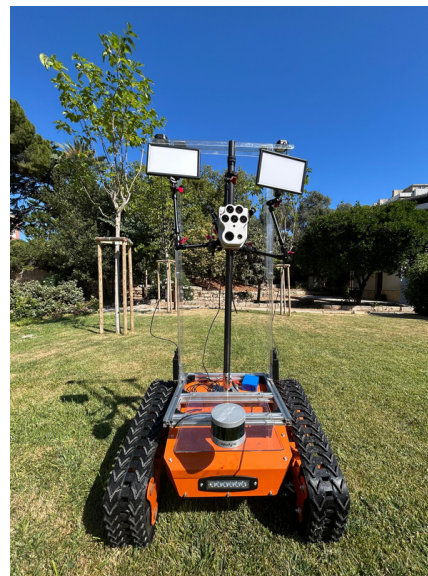
URSO@unina.it

Carlo De Michele

carlo.demichale@ariespace.com

ome: DISSPABOT

Descrizione: Il sistema di allevamento tipico della vite per uva da tavola in Puglia è il tendone, la cui caratteristica principale è la disposizione della chioma su un piano orizzontale continuo, sostenuta da una griglia di fili d'acciaio posta a 1.7-1.8 m dal suolo. Nell'ambito dello Spoke 3 del Progetto Agritech, è stato progettato, assemblato e messo a punto un prototipo di rover a guida autonoma multifunzione per lo svolgimento di attività di monitoraggio in vigneti a tendone pugliesi. Il prototipo è in grado di attraversare gli interfilari seguendo un percorso prestabilito, al fine di valutare la vegetazione, la fruttificazione e le caratteristiche del suolo. La valutazione di indici vegetativi è eseguita mediante l'elaborazione di immagini acquisite da una camera integrata multispettrale, pancromatica e termica. La valutazione delle caratteristiche del suolo avviene in tempo reale utilizzando i dati acquisiti da uno spettrometro a raggi gamma in grado di misurare la concentrazione di radionuclidi presenti nel suolo e/o da un elettromagnetometro montato su un supporto realizzato ad hoc, trainato dal rover. Il rover realizzato si inserisce nell'attuale contesto di agricoltura di precisione sostenibile, in quanto supporta l'agricoltore nell'analisi della presenza di eventuali condizioni di stress, permettendo interventi tempestivi.



[Link:](#)

[10.22616/ERDev.2025.24.TF072](#)

[Contatti:](#)

Simone Pascuzzi
Francesco Paciolla
Gerardo Betrò
Giovanni Popeo
Alessia Farella

simone.pascuzzi@uniba.it
francesco.paciolla@uniba.it
g.betro@phd.uniba.it
giovanni.popeo@uniba.it
alessia.farella@uniba.it

ome: SISTEMA DI FITODEPURAZIONE PER ACQUE DI DRENAGGIO AGRICOLO

Descrizione: La tecnologia proposta è un sistema di fitodepurazione a flusso superficiale per il trattamento delle acque di drenaggio agricolo, installato presso l'azienda Agricola Marsili del Consorzio di Bonifica Canale Emiliano Romagnolo. Operativo dal 2000, questo sistema semi-naturale sfrutta processi ecologici per rimuovere diversi inquinanti, contribuendo significativamente alla tutela ambientale e alla qualità delle acque superficiali. Esteso su 0,4 ha, il sistema si adatta a flussi idrici e carichi inquinanti variabili, tipici degli eventi meteorologici estremi sempre più frequenti a causa dei cambiamenti climatici. Oltre a migliorare la qualità delle acque superficiali, questa area svolge un ruolo fondamentale nell'ecosistema locale, offrendo un habitat prezioso per diverse specie e favorendo la conservazione della biodiversità. Inoltre, il sistema contribuisce alla laminazione delle piene, trattenendo consistenti volumi di deflusso. La semplicità di funzionamento e la bassa manutenzione lo rendono una soluzione basata sulla natura facilmente replicabile in contesti agricoli simili. I risultati, ottenuti in oltre 20 anni di attività, dimostrano un'elevata efficienza di rimozione anche in condizioni critiche (precipitazioni estreme), rendendolo un esempio concreto di tecnologia sostenibile applicabile in agricoltura. In un'ottica di agricoltura sostenibile e resiliente, questa infrastruttura rappresenta un valido supporto alla mitigazione dell'impatto ambientale e all'adattamento ai cambiamenti climatici.



Link:

<https://tinyurl.com/yc36t9mh>

Contatti:

Stevo Lavrnic
Attilio Toscano

stevo.lavrnica@unibo.it
attilio.toscano@unibo.it

ome: BIORISTOR

Descrizione: Il Bioristor è un biosensore innovativo basato su un transistor elettrochimico organico (OEET), composto da un canale e un gate realizzati con fili tessili funzionalizzati con PEDOT:PSS. Impiantabile direttamente nel fusto delle piante, consente il monitoraggio in tempo reale dei processi fisiologici lungo l'intero ciclo di crescita e sviluppo. Il sensore rileva la concentrazione di ioni positivi presenti nella linfa, permettendo di individuare precocemente segnali di stress idrico, come la chiusura stomatica, la riduzione della fotosintesi e la compartimentalizzazione ionica.

In applicazioni in campo aperto, come su colture di pomodoro, ha evidenziato un potenziale risparmio idrico fino al 40%. Ha inoltre mostrato una forte correlazione con indici vegetativi comunemente utilizzati e con lo stress idrico, risultando particolarmente utile per attività di fenotipizzazione. Sulla base dei dati raccolti dal sensore è stato sviluppato un sistema di supporto alle decisioni (DSS) in grado di fornire indicazioni irrigue basate sulle reali necessità fisiologiche della pianta.

Le sue applicazioni spaziano dall'agricoltura di precisione alla selezione varietale. Fornisce dati continui su stress abiotici, come siccità e salinità, contribuendo allo sviluppo di varietà più resilienti. Validato su melo, vite, actinidia e patata, il Bioristor è uno strumento chiave per un'agricoltura sostenibile, efficiente e tecnologicamente avanzata.



Link:

<https://tinyurl.com/3nt3s8sx>

Contatti:

Michela Janni
Nicola Coppedè

michela.janni@cnr.it
nicola.coppede@imem.cnr.it

Nome: DEDALO

Descrizione: La tecnologia Dedalo nasce dal gruppo di ricerca di ingegneria dell'automazione guidata dal Prof. Lorenzo Marconi dell'Università di Bologna, per operare in ambiente GPS-denied. Un punto di forza distintivo della tecnologia dedalo è il sistema di navigazione autonomo basato su sensore LiDAR. Questa tecnologia, partendo dall'analisi della nuvola di punti, permette di identificare il filare destro e sinistro, garantendo un'operatività efficiente e precisa anche in ambienti privi di copertura GPS.

Dalla ricerca è scaturito lo spin-off universitario *FieldRobotics* che ha messo a disposizione il rover "Hammerhead". Lo Spin-off collabora a stretto contatto con il gruppo di ricerca in ecofisiologia degli alberi da frutto del Prof. Luca Corelli, con il quale la tecnologia viene continuamente testata e migliorata nel dominio del monitoraggio della chioma. Ad oggi, Dedalo permette di effettuare stime delle produzioni frutticole, prevedendo dimensione e colore del frutto, nonché la produzione attesa.



Link:

<https://magazine.unibo.it/archivio/2022/02/18/lo-spin-off-unibo-field-robotics-arriva-allexpo-di-dubai>

Contatti:

Lorenzo Morconi

lorenzo.marconi@unibo.it