LA ROBOTICA NELLA GESTIONE DEL TERRITORIO: AGRICOLTURA DI PRECISIONE E MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE

Ghezzi Filippo classe II°A
indirizzo Tecnico Agrario ISIS Leopoldo II di Lorena

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare lo devo alla mia terra,la Maremma,quella che io chiamo LITTLEWORLD proprio perché sembra un concentrato di paesaggi presi in giro per il mondo e trasportati qui.

La Maremma .....in età etrusca era ancora un lago comunicante con il mare,lago attraverso cui le due città locali Roselle e Vetulonia, commerciavano.
In età romana il lago era divenuto un bacino chiuso dal tombolo costiero il fiume Ombrone sfociava in mare.
Nel I secolo d.C. il lago Prile è un luogo accogliente ambito dai romani dell'epoca come riferito da Cicerone nell'orazione *Pro Milone*.
L'abbandono delle epoche successive porta ad un degrado ambientale che trasforma il lago in una grande palude
Nel 1592 nasce con l'istituzione dell'ufficio fossi e canali la storia della bonifica della Maremma,successivamente **Cosimo II dei Medici apre** un canale, il ***Navigante,***
per il trasporto delle merci tra Castiglione della Pescaia e Grosseto.
Dal 1766 al 1778 la bonifica viene affidata a Leonardo Ximenes che riattiva i canali scavati dai romani,costruisce argini di Bruna e Ombrone e costruisce la casa Rossa.
Nel 1828 **Leopoldo II di Lorena** approccia un nuova idea di bonifica attraverso il metodo della colmata(vasche di decantazione di detriti dell' Ombrone)
Cinquemila operai e 15 anni, tra il 1829 e il 1844 per realizzare una gigantesca opera di risistemazione idraulica attraverso l'escavo di canali di adduzione a terra delle acque torbide e di emissari di in mare delle acque chiare,la costruzione del primo e secondo canale Diversivo e tre canali(San Rocco, il San Leopoldo,il Bilogio)
La tecnica per colmata si dimostra poco efficace e molto più lunga di quanto preventivato,la bonifica si interrompe.
Nel 1928 viene istituito il **Consorzio di Bonifica**: viene adottata la tecnica del prosciugamento per scolo naturale e meccanico(tramite pompaggio delle acque).
La pianura viene quindi dotata di una fitta rete di canali, vengono separate le acque alte (la rete scolante di provenienza collinare) dalle acque basse (le acque di drenaggio della pianura con profilo altimetrico insufficiente per lo scarico naturale in mare) e realizzate le idrovore.
La bonifica viene completata tra il 1950/60 con il totale prosciugamento di una vastissima area, il cui unico residuo è costituito dai circa 1000 ettari attuali della Diaccia Botrona.

Un ringraziamento alla mia scuola Istituto ISIS Leopoldo II di Lorena che mi ha dato la possibilità di sperimentare attività tecniche all'interno dell'istituto e presso l'azienda agricola.

Il mio tutor Prof. Favali Fabio

IL CONTESTO AMBIENTALE DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

L'Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipcc, 2014) prevede che le temperature alla fine del ventunesimo secolo raggiungeranno valori più alti tra 1,1 ° C e 6,4 ° C, una soglia molto rilevante rispetto ai livelli preindustriali del tardo 1800. A questa informazione va aggiunto che la crescita della popolazione mondiale condizionerà nei prossimi anni la produzione alimentare.

La Fao (The Food and Agriculture Organization of United Nations) ha stimato infatti che la produzione agricola dovrà aumentare del 60% entro il 2050 (un aumento del 77% nei paesi in via di sviluppo e del 24% nei paesi sviluppati). Questa stima rappresenta una minaccia, in modo particolare per l'Europa, in quanto sarà necessario rivedere tutti gli aspetti della sostenibilità e della produzione, senza sottovalutare l'importanza di mantenere una base produttiva sufficiente e dinamica in un contesto di rapidi cambiamenti.

Nell'Unione Europea un programma a sostegno del settore agricolo nel territorio comunitario è la PAC (Politica Agricola Comune) insieme di norme mirante allo sviluppo delle imprese agricole ed al rafforzamento della loro competitività, che impegna il 34% del bilancio dell'Unione Europea.

"Linee guida per l'introduzione dell'agricoltura di precisione in Italia" è il documento redatto dal MiPAAF che va ad approfondire il tema dell'innovazione tecnologica nell'agricoltura come definito nel "Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale" (2014-2020) approvato con Decreto Mipaaf n. 7139 del 01.04.2015.
Tale documento pone il focus sull'agricoltura di precisione, e le principali tecnologie prese in esame sono:
1.Tecnologie di elettronica: atte utilizzare informazioni nelle diverse fasi iniziali e finali del ciclo produttivo. A partire da tecnologie di base sino ad arrivare a tecnologie molto avanzate,
2.Tecnologie di posizionamento: rendono possibile l'integrazione dei dati utili per il ciclo produttivo con altri dati
3.Tecnologie informatiche hardware: per la gestione fisica dei dati, la loro visualizzazione, conservazione, trasmissione (tramite reti e sistemi di telecomunicazioni di vario tipo) e fruibilità;
4.Tecnologie informatiche software: creano un ponte tra l'utente finale e la parte fisica dell'hardware. Elaborano le informazioni e sono preposte all'interfacciamento delle funzionalità digitali dell'hardware.

La crescita passata del settore agricolo si è sviluppata sulla base di modelli ormai obsoleti, tra cui l'incremento delle dosi di azoto dei quali solo potenzialmente il 50% viene assorbito e sintetizzato dalle colture, con una diffusa dispersione in atmosfera, nel suolo, nelle acque di superficie e di falda.
Tra le più gravi minacce ambientali legate agli effetti delle pratiche agricole bisogna ricordare anche l'erosione dei suoli, la perdita di biodiversità, il deterioramento della qualità dell'acqua e la sua carenza.
Nel passato, questa irrazionale gestione delle risorse naturali ha contribuito in Europa all'emissione dei gas a effetto serra. Di questi, circa il 10% originati dall'agricoltura, seguita dai settori della produzione energetica e le emissioni prodotte dai trasporti e dalle industrie.

L'Accordo di Parigi (COP21, 2015), siglato e sottoscritto dagli Stati Membri dell'Unione Europea, ha disposto una serie di misure atte a rafforzare la risposta globale alla minaccia dei cambiamenti climatici che potrebbe ridurre del 40% le emissioni di gas ad effetto serra, rispetto alle percentuali stimate nel 1990.

Nuove soluzioni integrate per la gestione dei suoli e delle colture devono diffondersi rapidamente a sostegno dell'uso sostenibile dell'acqua, delle sostanze nutritive, della riduzione dei fitosanitari. Gli sforzi della ricerca dovranno essere sempre più finalizzati a migliorare la gestione della produzione agricola, ma anche valorizzare le molteplici funzioni eco-sistemiche del suolo, a partire dalle potenzialità di immagazzinare stock di carbonio, sostenendo in tal modo il ruolo dell'agricoltura nella mitigazione delle emissioni di gas alteranti per il clima, della degradazione e della desertificazione.

È indispensabile l'approccio moderno per misurare la sostenibilità dell'agricoltura al fine di raggiungere un equilibrio tra la conservazione e il miglioramento dell'ambiente, la redditività economica e quindi migliorare il benessere della società.

Le nuove sfide per l'agricoltura e per il coltivatore del futuro non si limiteranno alle funzioni ordinarie o a semplici aggiornamenti professionali,ma servirà molta innovazione e nuove conoscenze tecniche. La vera sfida e le opportunità per l'agricoltura nel futuro riguarderanno la transizione verso nuovi modelli di crescita sostenibile per il settore agricolo.

ESPOSIZIONE DEI RISULTATI

In questo saggio affronteremo la tematica dell'agricoltura di precisione e quanto possa contribuire al miglioramento produttivo in agricoltura ,al risparmio di risorse e alla riduzione delle emissioni inquinanti.
Il termine **Agricoltura di Precisione (A.P.)** indica quell'insieme di concetti di gestione delle informazioni agronomiche basate sull'osservazione e la risposta alle variazioni che esistono all'interno di aree coltivate e le azioni mirate all'ottimizzazione della gestione delle stesse.
Infatti, piuttosto che applicare la medesima quantità di azioni agronomiche su un intero campo coltivato, o alimentare, i capi di un allevamento con razioni omogenee, vengono prima misurate le variabili e successivamente adeguata la strategia ottimale .....

"UN SISTEMA CHE FORNISCE GLI STRUMENTI PER FARE LA COSA GIUSTA, NEL POSTO GIUSTO, AL MOMENTO GIUSTO"

Pierce e Novak (1999) sull'Agricoltura di Precisione

Le fasi attuative dell' agricoltura di precisione

Monitoraggio e registrazione dei dati
Analisi, elaborazione e pianificazione delle operazioni in relazione alle specifiche esigenze
Interventi di regolazione e controllo delle operazioni
sono previsti livelli successivi di A.P.
Livello 2: guida automatica + mappe di raccolta e dosi variabili.
Livello 3: guida automatica + mappe del suolo, mappe di raccolta, mappe di prescrizione con le dosi variabili, monitoraggio vigore vegetativo per la fertilizzazione mirata, sensori umidità del suolo per pilotare l'irrigazione, uso dati meteo per determinare interventi fitoiatrici, uso dei droni.

La grande rivoluzione della Agricoltura di Precisione stà nell'interpretare la variabilità spazio-temporale ed al contempo studiarne il comportamento rispetto ad ogni singolo punto dell'appezzamento. Il concetto di variabili regionalizzate (Castrignanò e Buttafuoco, 2004), permette all'Agricoltura di Precisione di stimare la dose ottimale in ogni pixel, in ogni singolo quadro della scacchiera, identificando le aree omogenee per caratteristiche chimico fisiche del suolo e/o per risposta in termini di vigore vegetativo.

I risultati sono un uso mirato e limitato di pesticidi, diserbo, fertilizzante, quindi minor impatto ambientale,risparmio di risorse,miglioramento della qualità del prodotto.

ESPOSIZIONE DEL CONTENUTO

Verso la metà del XIX secolo avviene la grande svolta.,l'agricoltura si trasforma e si avvia verso l'alta specializzazione produttiva. Un cambiamento significativo nella coltivazione della terra avviene grazie alla meccanizzazione (trattori sempre più potenti e sofisticati) e la diffusione dell'elettricità. Gli agricoltori acquistano gradualmente una quota crescente di strumenti (attrezzi agricoli, mangimi ecc.) dal settore industriale.
Oggi,quella delle nuove tecnologie robotiche potrebbe rivelarsi una nuova rivoluzione industriale fatta di macchine autonome e sensori interconnessi che seguono il processo di crescita delle colture prive di pesticidi e con un basso impatto ambientale,un alta produttività ed un consumo di acqua quasi nullo(1-2%)

L'agricoltura di precisione e la robotica applicata al settore agricolo molto presto entreranno di prepotenza nelle aziende agricole; dobbiamo però porci degli interrogativi su quale strada percorrere:
Quali tipi di applicazioni sono attualmente disponibili nel mercato della robotica agricola?

Che percentuale di affidabilità hanno queste nuove tecnologie?

In che modo le aziende agricole utilizzano le tecnologie disponibili e come si pongono nei confronti delle nuove tecnologie per stare al passo con i tempi?

Quali innovazioni hanno il potenziale per cambiare il settore nei prossimi cinque/dieci anni?

I robot agricoli o agri-robot? Le attrezzature agricole autonome? Il settore in realtà sembra essere in ritardo , quindi gli sviluppatori di queste nuove tecnologie dovranno tenere a mente questa tendenza in crescita.

Di tutte tecnologie presenti siano esse in fase di sperimentazione siano già attualmente utilizzabili, la tecnologia dei droni sta dimostrando di dare risultati promettenti quale tecnologia matura ed affidabile rispetto ad altre categorie robotiche.

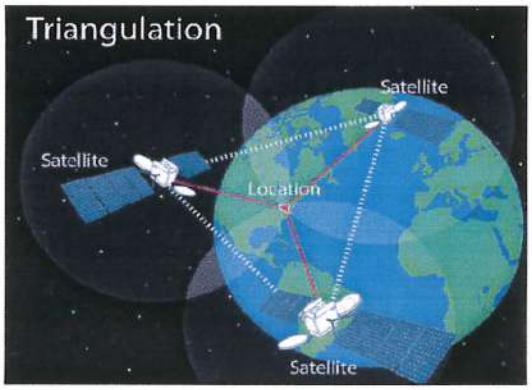
A parte le condizioni meteorologiche avverse, i droni possono avere le più facili possibilità di diventare una pratica agricola comune perché, a differenza delle altre macchine in via di sviluppo, (le macchine e le nuove tecnologie utilizzate in campo) che richiedono la destrezza nell'interazione hardware/software con le variabili continue del lavoro in campo in modo sicuro, i droni possono esaminare una zona o il reticolo e registrare i dati dell'immagine senza richiedere lo stesso tipo di progresso tecnologico necessario per altre applicazioni di robotica.

TECNOLOGIA G.P.S.

L'agricoltura di precisione si basa su tre principali fasi:
1)acquisizione e registrazione dei dati ad una appropriata scala e frequenza,
2)interpretazione ed analisi di quei dati,
3)implementazione di una risposta gestionale ad una appropriata scala e tempo.

Diventa necessario congiungere la relazione che c'è tra un'informazione territoriale, la sua posizione geografica, la posizione nello spazio definito dalla superficie terrestre nella quale il fenomeno si è verificato

SISTEMA POSIZIONAMENTO GLOBALE (GPS)



Il sistema di posizionamento globale (GPS – Global Position System) è un sistema di radio-navigazione satellitare in grado di fornire informazioni di posizione nelle tre direzioni spaziali (x; y; z), velocità e tempo, è un metodo generale per identificare e registrare anche dinamicamente la posizione di un oggetto sulla superficie terrestre, in aria e nello spazio
I ricevitori GPS usano i segnali che provengono da quattro o più satelliti in vista per calcolare la posizione dell'utente, la sua velocità, il tempo ed altri dati necessari alle applicazioni agricole.
L'uso delle tecniche Differenziali DGPS consente di calcolare in tempo reale le posizioni corrette (x.y.z) con una precisione elevata senza bisogno di correggere successivamente i dati dopo che questi sono stati registrati.

I principali sistemi di posizionamento e navigazione satellitari sono:

NAVSTAR-GPS (Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System - Sistema globale di posizionamento e navigazione americano)

GLONASS (GLObal NAvigation Satellite System - GLObalnaya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema - Sistema globale di navigazione russo)

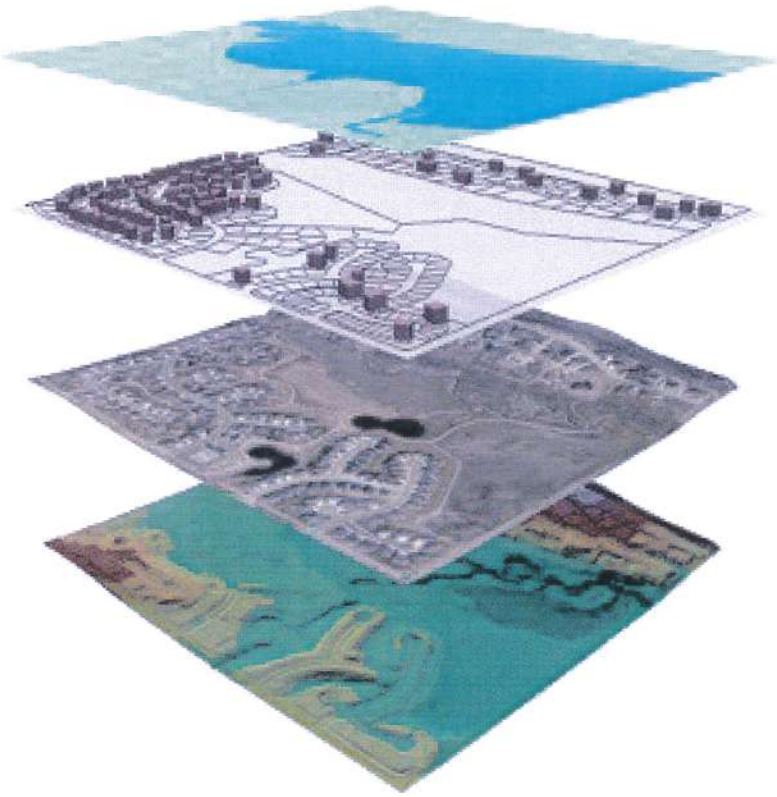
EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service - Servizio europeo geostazionario

SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI (GIS)

Un sistema informativo geografico (GIS) è un' applicazione software costituita da più moduli finalizzati ad acquisire, controllare, integrare, elaborare e rappresentare dei dati che sono spazialmente riferiti alla superficie terrestre (Servadio, 2003).

Un principio di base nel GIS è che i diversi strati di una mappa per essere usati insieme devono basarsi sullo stesso sistema di coordinate.

Tutti i file di dati spaziali in un GIS sono dunque georeferenziati (l'attribuzione a un dato di un'informazione relativa alla sua dislocazione geografica; tale posizione è espressa in un particolare sistema geodetico di riferimento Wikipedia)con sistema GPS.



SENSORI e MACCHINE AGRICOLE CON APPLICAZIONI ROBOTIZZATE

L'agricoltura di precisione racchiude in sé vari strumenti e vari apparecchi elettronici che possiamo di seguito elencare:
Tecnologie meccanotroniche: tutti quei dispositivi volti sia all'acquisizione dei dati (monitoraggio), sia al loro utilizzo (elaborazione).
Tecnologie di posizionamento: apparecchi GPS, strumenti per la geolocalizzazione, sistemi di posizionamento satellitare .
Tecnologie per la comunicazione: possono essere molteplici; si và dai semplici smartphone alle ricetrasmittenti o telefoni satellitari.
Tecnologie informatiche hardware e software: si intende computer di piccole o grandi dimensioni, i programmi tipo DBMS (database management system), GIS e applicazioni varie.

Sensori del suolo e della pianta

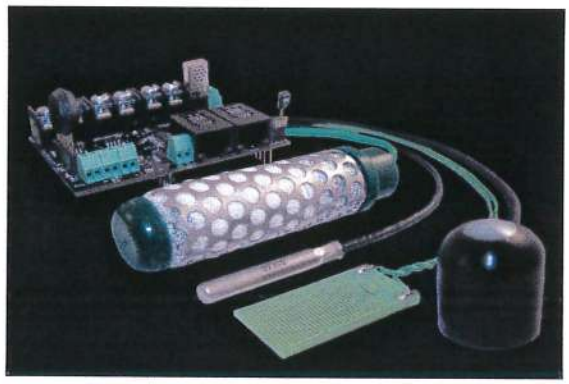
L'utilizzo di un sistema di sensori offre l'opportunità di automatizzare la raccolta dei campioni sul suolo e sulle colture ad un maggiore livello d'intensità.

Sensori del suolo

•Contenuto di sostanza organica (sensori ottici)
•Contenuto idrico (raggi IR o microonde)
•Proprietà fisiche (penetrometri e sensori ad induzione elettromagnetica)

Sensori della pianta

•Livello nutritivo (sensori ad ind. Elettromagnetica ed all'IR).
•Stato della coltura (riflettanza, radiometri, analizzatori d'immagine IR).
•Investimento (sensori meccanici e fotoelettrici).
•Infestanti (sensori di riflessione della luce visibile o all'IR, analisi d'immagine).



Sensori remoti

Con l'ausilio dei dati forniti dai sistemi di telerilevamento satellitare, dalle immagini di foto aeree e dalle avanzate tecniche elettroniche di monitoraggio si possono automaticamente monitorare le colture e le condizioni del suolo nello spazio e nel tempo.

L'insieme dei parametri rilevati ha un duplice scopo:

Costituire un sistema di controllo e di allarme per l'attivazione degli interventi di prevenzione e di correzione;

Tutte le situazioni nelle quali è richiesto un intervento immediato qualora venissero segnalate anomalie, condizioni critiche o di allarme, oppure è necessario correggere gli interventi previsti, ad esempio: Segnalare allarmi in caso di condizioni che comportino uno stato di stress per le piante; modulare l'irrigazione localmente in funzione della piovosità e dell'umidità del terreno; attuare le opportune azioni per regolare il microclima di una serra secondo le specifiche previste.

Costituire una banca dati utile per elaborare analisi di previsione e strategie di pianificazione.

Nel secondo caso il rilevamento periodico dei parametri rappresenta una fotografia puntuale dello stato dell'intera coltivazione. La correlazione delle grandezze misurate permette di ricavare ulteriori informazioni che aiutano a prevedere la qualità e la quantità del raccolto, a ottimizzare le strategie d'intervento, a pianificare i raccolti successivi. Inoltre, la correlazione dei dati attuali con quelli storici permette di affinare la precisione degli interventi e di evitare potenziali situazioni di errore acquisendo, nel corso del tempo, maggiore consapevolezza dell'intero sistema.

Guida di precisione delle macchine in campo

CONTROLLO DELLE TRAIETTORIE E DELLA POSIZIONE IN CAMPO DELLA TRATTRICE AGRICOLA MEDIANTE SISTEMA SATELLITARE

La guida di precisione delle macchine in campo e i sistemi integrati di guida e gestione specificatamente progettati per l'automazione agricola e basati sul GPS differenziale, utilizzano i dati dei ricevitori GPS (posizione della macchina agricola, sua velocità, tempo ecc.) nelle operazioni di campagna ,un aspetto che deve essere considerato è il livello di precisione e ripetibilità con la quale questi dispositivi operano.

Il ricevitore GPS abbinato al **Sistema informatico di bordo** riceve e confronta l'informazione di posizione della trattrice nel campo con quella registrata nella mappa di distribuzione. Il sistema interviene sulla posizione dell'attuatore del macchinario utilizzato e verifica istante per istante se deve essere modificata la percentuale di volume da distribuire.
L'attuatore è elettro-idraulico per regolare la quantità di materiale in uscita sia esso concime piuttosto che prodotto fitosanitario.

POSSIAMO AVERE DUE TIPI DI GUIDA DI PRECISIONE

1 ASSISTITA
I Sistemi di guida assistita prevedono l'installazione di dispositivi elettrici, elettronici, meccanici ed idraulici con lo scopo di automatizzare le operazioni di guida di macchine operatrici lungo percorsi predefiniti. L'operatore potrà effettuare un lavoro estremamente accurato e ad incrementare la propria produttività anche in condizioni di scarsa visibilità o di estrema difficoltà operativa.
L'operatore ricava le informazioni sulla propria posizione e le relative indicazioni sulla traiettoria da seguire osservando degli indicatori luminosi posti su una barra a led integrata a un piccolo display per le impostazioni di lavoro

2 SEMI -AUTONOMA
La correzione della traiettoria, in via automatica da parte del sistema di gestione del dato di posizione elimina lo scarto legato al tempo di reazione dell'operatore o alla difficoltà di correggere in tempo reale la direzione di avanzamento durante la gestione dell'operatrice; ciò migliora la precisione finale raggiunta dal sistema.
Volante elettrico: rispetto alla guida manuale riduce i normali ed inevitabili errori principalmente causati da ritardi nella risposta da parte dell'operatore. Solitamente è composto da un motore elettrico che agisce tramite pignone aderente alla corona del volante o direttamente al piantone dello sterzo.
Sterzo idraulico: costoso e tecnicamente complesso rispetto al precedente. In questo caso, infatti, il dispositivo di controllo non è di tipo meccanico, bensì consta di un'elettrovalvola proporzionale inserita sul circuito idraulico dello sterzo e comandata dal software.

MACCHINARI AGRICOLI TRA PRESENTE E FUTURO PER AGRICOLTURA DI PRECISIONE

La John Deere, leader mondiale nella fornitura di macchinari e servizi avanzati per l'agricoltura, ha acquisito la startup californiana **Blue River Technology.** John Deere ha messo le mani sul *know how* della società di Sunnyvale che ha progettato e integrato la tecnologia informatica e la tecnologia di apprendimento delle macchine.

La cosiddetta *machine learning*- per consentire ai produttori di **ridurre l'uso degli erbicidi**. Questa tecnologia, ribattezzata "*See & Spray*" (guarda e spruzza) permette di applicare i prodotti chimici solo dove le infestanti sono presenti. Il *software* dialoga col macchinario e, attraverso una serie di telecamere montate sulle irroratrici, è capace di riconoscere ogni singola pianta, confrontandola con quelle presente nel suo database e scegliendo così se applicare l'erbicida oppure no e in quale misura. Secondo i dati forniti da Blue River questo sistema permette un risparmio di erbicidi fino al 90%

LettuceBot altro progetto della startup californiana che riguarda il **settore ortofrutticolo**. Permette di piantare la lattuga a una densità superiore a quella necessaria. L'intelligenza artificiale permette poi di selezionare ogni pianta di lattuga in base alla sua salute, all'uniformità, alle dimensioni e alla spaziatura con le altre piante. Un algoritmo avanzato decide così quali piante debbono essere mantenute e quali, invece, scartate per ottimizzare la resa di lattuga.

Harvest croo robotics ha introdotto sul mercato una macchina per raccogliere fragole:è un sistema composto da un sensore ottico con visione 3d che riconosce le fragole da raccogliere in base a caratteristiche presenti nel' algoritmo abilitando la raccolta attraverso una pinza meccanica robotizzata.
In un arco di tempo di 24 ore, il robot è in grado di raccogliere fragole su otto acri di terra. La società sostiene che la capacità di carico di lavoro generale della macchina è paragonabile a trenta lavoratori agricoli umani .*I robot di Harvest croo robotics* raccolgono un fragola in otto secondi e si spostano da una pianta all'altra in 1,5 secondi,tempi ancora troppo lunghi per essere competitivi. Ma il pregio del robot è che non si stanca ed è sempre preciso. Può lavorare anche di notte e sotto la pioggia battente.

INDICE VEGETAZIONALE

Le piante durante l'attività fotosintetica, riflettono maggiormente le lunghezze d'onda dell'infrarosso in quanto non hanno sufficiente energia per la sintesi di molecole organiche e se trattenute causerebbero un surriscaldamento dei tessuti con danni al vegetale.
I *cloroplasti* che per svolgere l'attività fotosintetica, **assorbono la luce blu e la luce rossa** ma **riflettono fortemente la luce verde**
Il *parenchima lacunoso* **riflette la luce NIR**

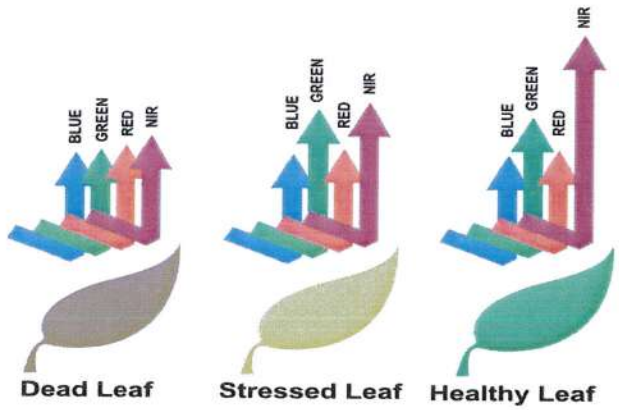
Nella vegetazione in buona salute si avrà così un grande divario tra la luce rossa assorbita e quella NIR riflessa.
Nelle piante sofferenti invece, poiché l'attività fotosintetica sarà compromessa, si avrà un minore assorbimento della luce rossa e a causa del cedimento del parenchima lacunoso diminuirà la riflettenza nel NIR, riducendo così la differenza tra i due valori misurati.

Per queste sue peculiarità, la riflettanza in queste bande è stata utilizzata per sviluppare una serie di rapporti, il più conosciuto dei quali è **NDVI** (Normalised Difference Vegetation Index) che ci indicano lo stato di vigore di una pianta.

$$NDVI = \frac{Nir - Rosso}{Nir + Rosso}$$

Tale indice varia tra -1 e +1, valori inferiori allo 0 non hanno significato ecologico, mentre valori leggermente positivi indicheranno una piccola differenza tra il NIR e il **rosso tipico di assenza di attività fotosintetica** e quindi *caratteristici di suolo, acqua, rocce o piante morte,* mentre **valori prossimi a 1 indicheranno un'intensa attività fotosintetica e** quindi *caratteristici di una vegetazione in buona salute*

Tradizionalmente questo indice viene utilizzato per realizzare carte vegetazionali mediante procedimenti automatizzati a partire da dati multispettrali, ha trovato proficue applicazioni in campo fitopatologico ed in particolare nel monitoraggio dello stato sanitario di piante arboree.



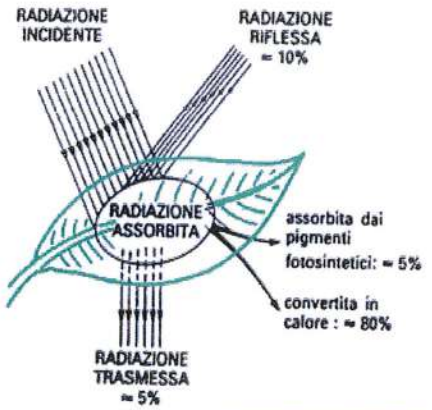
SENSORI OTTICI/MULTISPETTRALI

APPLICAZIONI

Classificazione della Vegetazione. Classificazione della Vegetazione e il monitoraggio dello stato di salute della stessa in base a parametri biofisici e indici di vegetazione.
Individuazione dei tipi di terreno, della vegetazione e delle colture con il loro stato di salute. Identificazione uso suolo, distinzione e vigore vegetativo delle colture
Analisi e studio di aree oggetto di incendi. Identificazione degli incendi boschivi, l'analisi degli incendi in corso, la valutazione dell'impatto ambientale delle regioni bruciate e poi ripopolate.
Rilevamento Discariche. Individuazione delle aree di rifiuti non autorizzate.
Identificazione delle coperture in cemento-amianto. Identificazione, mappatura e monitoraggio dell'amianto.
Analisi anomalie termiche in acqua. Comportamento termico delle acque superficiali, mappatura delle tipologie algali e loro diffusione, torbidità e colore dell'acqua, individuazione di paleoalvei.

I sensori ottici permettono di ricavare informazioni sugli oggetti posti a distanza in base all'energia elettromagnetica che riflettono
L'energia incidente viene modificata dagli oggetti che incontra nel suo percorso

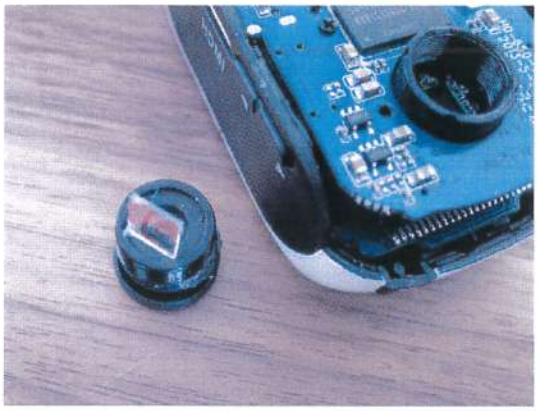
Ogni materiale, inclusa la vegetazione, ha la propria **curva di riflettanza** che mostra la porzione di energia riflessa per ciascuna lunghezza d'onda incidente
Tecniche ottiche indagano lo stato della coltura a partire dall'energia elettromagnetica riflessa dalla foglia



(WWW.BIOLOGIA.UNIGE.IT)

SENSORE OTTICO

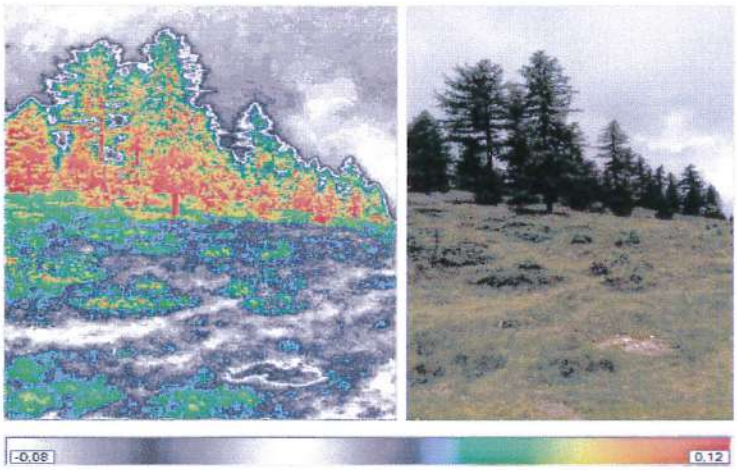
Un metodo per fare una prima immagine NDVI è quello di **usare le macchine fotografiche digitali effettuando piccole modifiche.** L'operazione consiste nel rimuovere il filtro degli infrarossi, che si trova nella parte interna dell'obiettivo. Poi si aggiunge un filtro blu davanti all'obiettivo. Le macchine fotografiche digitali producono un immagine composta da tre colori : il rosso, il verde e il blu (RGB).



Tornando alla formula possiamo sostituire il visibile con il solo Rosso o il Blu :

$$NDVI\ RED = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

ATTRAVERSO UN SOFTWARE DEDICATO A COLORI INVERTITI (iterminio colori invertiti ,infragram on line)POTREMMO ESTRARRE DATI SULL'INDICE VETETAZIONALE MA QUESTA TECNICA PRESENTA GROSSE LIMITAZIONI PROVOCANDO DUBBI SULLA RISPOSTA OTTENUTA



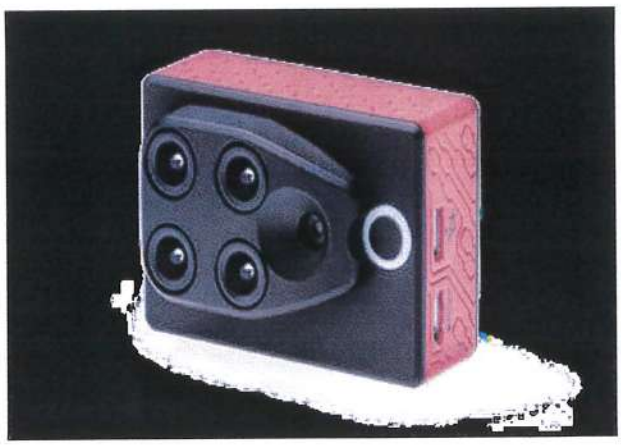
SENSORI MULTISPETTRALI

Un sensore multispettrale è uno strumento in grado di registrare e misurare la quantità di energia riflessa di oggetti o le aree circostanti attraverso lo spettro elettromagnetico (banda visibile, infrarossi e termiche BLU;VERDE;ROSSO INFRAROSSO ovvero bande larghe in numero ridotto) è cosi possibile calcolare particolari indici vegetativi, come NDVI.
L'andamento degli indici è poi visionabile dall'agronomo attraverso le cosiddette "mappe di vigore" generate in post- processing con appositi software.
Sequoia e Mapir sono fra le camere più utilizzate in attività di agricoltura di precisione effettuate con A.P.R.(droni).Sebbene siano entrambe utilizzate con lo scopo di generare mappe indicizzate, queste camere hanno differenze tecnologiche sostanziali che determinano pratiche diverse per un loro corretto utilizzo sul campo.

Differenze dei due modelli disponibili sul mercato

modello Rolling Shutter: (MAPIR)qualita finale bassa e lungo lavoro di post acquisizione,i pixel dell'immagine non vengono catturati nello stesso istante. Il fotogramma viene composto dall'alto verso il basso(creando tendenzialmente un immagine non perfettamente a fuoco)

Mapir non dispone di un sensore di luminosità. Di conseguenza, le acquisizioni possono perdere di valore se le condizioni di luce subiscono mutamenti durante la missione (ad esempio, se il sole viene coperto dalle nuvole). Ogni camera registra un'unica banda, dunque è necessario imbarcare sull'A.P.R. almeno due camere, ad esempio RED e NIR, per l'analisi NDVI
(camera economica e versatile).



modello global shutter : (SEQUOIA)qualità finale buona e veloce lavoro post acquisizione,tutti i pixel che compongono un'immagine vengono catturati nello stesso istante(immagine a fuoco).
La camera Sequoia possiede in un unico corpo, oltre che un sensore RGB nel campo del visibile, ben quattro sensori multispettrali separati che consentono l'acquisizione sincronizzata delle immagini nelle diverse bande. Sequoia inoltre integra al suo interno un set di sensori di posizione e assetto utilizzati per la georeferenziazione delle immagini acquisite, ed un sensore di luminosità, da montare separatamente sull'APR, che permette la calibrazione automatica dei quattro sensori multispettrali. Quest'ultima caratteristica è molto importante,perché permette un confronto veritiero fra diverse acquisizioni effettuate per lo stesso terreno agricolo ma in condizioni di luce differenti e/o in periodi diversi: ciò permette di generare dei valori assoluti in termini di riflettanza (**molto costoso).**

FOTO DIGITALE

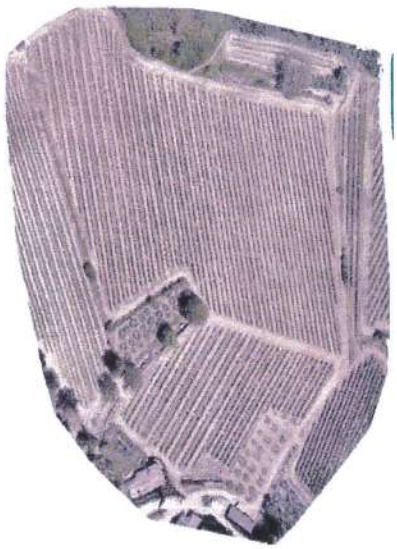
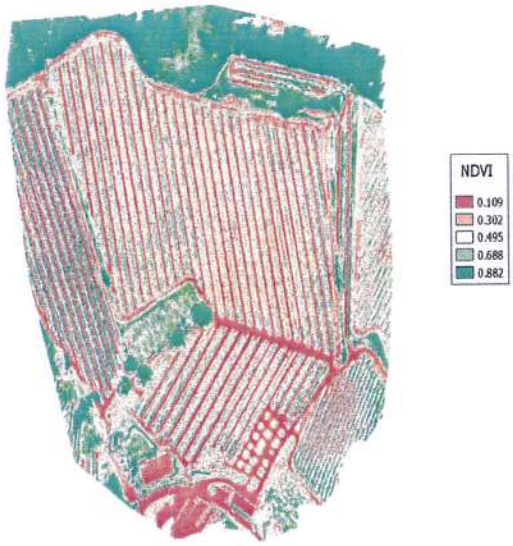


FOTO MULTISPETTRALE



SENSORI IPERSPETTRALI

Questa camera consente di campionare simultaneamente fino a 125 immagini a differenza delle 6 immagini ottenibili dalle camere multispettrali.Rilevano riflettanze in molte bande strette, spesso molto vicine. La qualità è notevolmente superiore le immagini acquisite non necessitano di elaborazione grafica,sono costosissime(in Italia ne esiste solo una)Le immagini così campionate unite a misure di precisione permettono di ottenere una mappa precisa dello stato vegetativo che aiuta l'imprenditore agricolo ad ottimizzare le attività di irrigazione, potatura, fertilizzazione e raccolta. Alla base dei sistemi di telerilevamento iperspettrale c'è la proprietà fisica di ciascun oggetto di emettere o riflettere radiazioni su varie bande, oltre a quella visibile, con intensità variabile in funzione delle proprie caratteristiche chimico-fisiche. Il sensore iperspettrale è impiegato unitamente ad un sistema di GPS-Inerziale per la georeferenziazione delle immagini prodotte.

DALLE IMMAGINI DEL TELERILEVAMENTO ALLE MAPPE

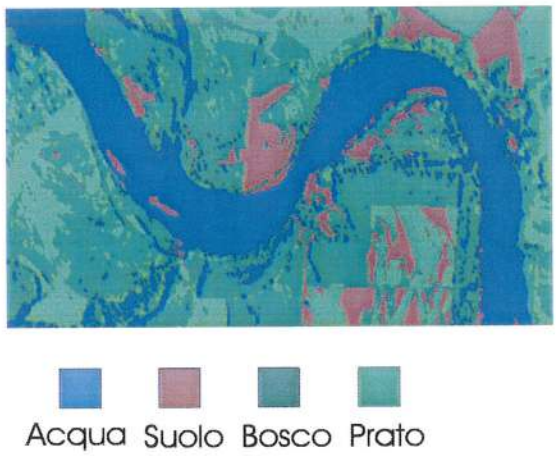
Un'immagine ripresa con strumenti digitali corrisponde a una matrice di elementi detti pixel, (parola inglese che significa elementi di un'immagine, picture element) le cui dimensioni al suolo variano a seconda delle caratteristiche del sensore e della distanza di osservazione.
Lo scopo fondamentale delle tecniche di acquisizioni di immagini(telerilevamento),in particolare dell'analisi numerica delle immagini, è quello di arrivare a un prodotto denominato mappa tematica e il processo attraverso il quale è possibile passare dall'immagine di partenza a questa mappa è detto classificazione .Una mappa tematica può essere vista come un mezzo per visualizzare una certa caratteristica del territorio in modo spazialmente distribuito possiamo raffigurare la distribuzione di un determinato fattore fisico o biologico (il tipo di vegetazione, l'uso del suolo o la distribuzione delle risorse idriche).

OSSERVAZIONE--- IMMAGINE MULTISPETTRALE ------CLASSIFICAZIONE------ MAPPA TEMATICA

l telerilevamento consente di monitorare la crescita delle colture, individuare la produttività dell'appezzamento, grazie all'utilizzo di nuove tecnologie come i sensori iperspettrali e multispettrali (Castaldi et al., 2016). In particolare, il satellite viene sempre più utilizzato nel monitoraggio di colture e variabili che descrivono la loro crescita, permettendo il monitoraggio sia di vaste aree su scala regionale o distrettuale, sia di aree dimensionate a scala aziendale o di singolo campo o appezzamento coltivato. L'Esa (Agenzia Spaziale Europea), da qualche anno, consente ai professionisti del settore di poter accedere ad informazioni acquisiste dai satelliti Sentinel 2, *attualmente con una frequenza ogni 5 giorni.*
I sensori montati su un drone possono verificare ed aggiornare i dati con cadenza giornaliera.

Confronto tra mappe:

L'analisi dei cambiamenti può essere effettuata anche analizzando la cartografia tematica prodotta dalle singole immagini.
A livello metodologico il confronto diretto tra due mappe può essere fatto mediante operazioni di differenza pixel a pixel, individuando perciò le aree in cui è avvenuto un cambiamento.



STORIA E SVILUPPO DI DRONI

Il primo vero esempio di drone si chiama *Aerial Target* e lo si ha durante la Prima Guerra Mondiale, quando un velivolo viene pilotato da terra grazie ad un sistema radio controllato.
Tra il 1915 e il 1918 quella sorta di prototipo subisce modifiche, vedendo l'aggiunta di un sistema di giroscopi interni che permettono al velivolo di essere più stabile e semplice da comandare.
Il sistema è stato perfezionato dallo statunitense Elmer Sperry, la cui azienda ha sviluppato, all'inizio del secolo scorso, proprio il principio dei giroscopi, ancora oggi elemento fondamentale degli APR(*air pilotage remote*)moderni.
Il drone nasce quindi per scopi bellici e il concetto è ben lontano da ciò che oggi abbiamo in mente con il riferimento ai Droni a cui siamo abituati. Lo scopo era quello di distruggere, lanciare bombe e spesso erano proprio questi stessi velivoli ad essere imbottiti di esplosivo.
In Italia il drone è "arrivato" intorno agli anni sessanta grazie anche all'accordo tra l'esercito e la *Canadair,* azienda produttrice.
Gli italiani hanno però cambiato lo scopo principale dell'APR, distogliendolo dai sui primordiali fini a compiti di perlustrazione, verifica e controllo.
Il drone moderno viene invece sviluppato in Italia presso la sede della Olivetti in partnership con *Telecom*, i cui ingegneri hanno ideato, progettato e sviluppato le schede di controllo contenute oggi nella maggior parte dei veivoli senza pilota.
Il nome drone è stato dato per effetto del rumore che gli attuali quadricotteri e simili emettono, ricordando il ronzio delle api. In inglese il termine indica proprio ronzio e più precisamente un rumore non troppo acuto,continuo e noioso.

I droni consumer, quelli che si trovano nei negozi,vengono prevalentemente utilizzati per scopo hobbistico hanno tutte le caratteristiche dei droni professionali ma con limitazioni sui materiali costruttivi e limitazioni sulle capacita delle batterie.
Generalmente composti da più rotori (uguale numero di eliche), presentano un sistema di assi e giroscopi elettronici che consentono di far mantenere al velivolo una precisa stabilità di volo. Le eliche (da quattro,fino a otto), girano in senso inverso a coppie(4 rotori due in senso orario due in senso antiorario).Questa contrapposizione nella rotazione permette al drone di mantenersi stabile quindi evitare di roteare su se stesso a causa della forza inerziale provocata dalla rotazione delle eliche.

Da terra è possibile comandare il drone con un radiocomando,seguendo le quattro direzioni principali: su,giù,destra e sinistra ricevendo tutti i dati di bordo,la posizione GPS,velocità,altezza, la distanza dal radiocomando e la capacità residua delle batterie, spesso questi dati sono visualizzati su un dispositivo digitale, come ad esempio uno smartphone o un tablet.
Da questi strumenti è possibile comandare la videocamera di bordo,stabilizzata per contrastare i movimenti del drone e inviare a terra un immagine ferma e nitida,riprendere immagini o scattare fotografie.
La scheda madre ed i processori di bordo consentono sia volo autonomo per punti GP.S. che operazioni autonome di rientro al punto di decollo per perdita di segnale del pilota o per residua batteria bassa.

Nella barra in alto i dati che il drone invia al telecomando distanza ,carica batteria, potenza del segnale trasmissione, streaming video con ritardo di circa 0,12 secondi

I droni attuali funzionano grazie a batterie ricaricabili a ioni/polimeri di litio che però limitano la durata di volo e di carico (poche decine di minuti e poco peso trasportabile)
Recenti modelli dell'azienda spagnola *Quaternium Technologies*, provvisti di un mini-generatore consentono al loro quadricottero di volare fino a ben quattro ore e quaranta minuti e trasportare fino a 3 kg di carico.

In foto drone walkera ibrido tempo di volo 2 ore 3km range 3 kg trasportati

Un'altra azienda:*Metavista*,lo scorso 2 Febbraio ha sperimentato il drone *fuel power module* alimentato con 390g di idrogeno liquido che è riuscito a volare per oltre 10 ore.

POSSIBILI IMPIEGHI DEI DRONI

Oltre al divertimento, alla possibilità di riprendere immagini e di scattare fotografie, sia a livello hobbistico che professionale, un drone può avere diversi impieghi.
I droni sono molto utili in agricoltura per controllare da vicino le coltivazioni troppo estese, operazione che sarebbe impossibile al singolo contadino.
l drone riesce in breve tempo a sorvolare le piantagioni, controllare le irrigazioni,monitorare lo stato di salute delle piante per individuare eventuali attacchi parassitari e fare trattamenti chimici.
In Italia spruzzare per via aerea(attraverso i droni)prodotti fitosanitari per il trattamento delle coltivazioni è vietato, così come in altri Paesi Europei. In Francia stanno cercando di modificare tali leggi. Un emendamento alla legge agricola alimentare in vigore, presentato il 13 aprile 2018 da due deputati, permetterà l'uso dei droni per l'irrorazione aerea di prodotti fitosanitari ma solo nel caso di superfici agricole piantate a vite se hanno una pendenza superiore o uguale al 30%. Si tratta di una sperimentazione concessa per tre anni per verificarne i vantaggi previsti.

I voli a bassa quota (qualche metro) permettono di diminuire fino a 4 volte la quantità di prodotto fitosanitario irrorato rispetto ai metodi tradizionali da terra per effetto della micronizzazione e per l'alta resa che ne consegue.

L' irrorazione aerea è vantaggiosa in alcuni territori (vigneti con forti pendenze, piantagioni di banane, risaie, terreni agricoli inaccessibili, terreni allagati o risaie sature di acqua ecc.), soprattutto in considerazione dell'elevato rischio a cui sono soggetti gli operatori per il trattamento da terra.
In America l'azienda vitivinicola *silevrado farming company* utilizza da anni,come agricoltura di precisione, l'elicottero "*Yamaha R-max*" per fare trattamenti fitosanitari alla vite,traendone benefici sia biologici che economici.

In Italia l'unico trattamento aereo che è possibile effettuare è quello del tricogramma utilizzato nella lotta alla *piralide* del mais.
L'obiettivo è colpire l'insetto dannoso, più precisamente un lepidottero (farfalla), chiamato piralide (*Ostrinia nubilalis*) che danneggia soprattutto la coltura di mais (*Zea mays*).
Il *Trichogramma brassicae è* un insetto normalmente presente in natura ma in quantità limitate che è in grado di parassitare le uova di piralide uccidendole.
Viene utilizzato il drone perché rende il processo più veloce e più accurato rispetto alla dispersione a mano, i bozzoli di cellulosa contenenti le larve di tricogramma vengono lanciate dal drone secondo uno schema programmato di volo su punti gps .

SPERIMENTAZIONE PERSONALE SUL CAMPO

Per verificare se era possibile analizzare l'indice vegetazionale delle colture (olivo e vite) ho condotto delle prove,presso l'azienda agricola Macchiascandona dell' istituto Leopoldo II di Lorena .
Ho utilizzato il mio drone personale, effettuando varie "missioni/voli"per un totale di 1 ora di volo.
Le foto da varie angolazioni ed altezze e spezzoni di video prodotti sono stati poi separati ed analizzati per cercare di capire se da quei dati ricavati potava emergere
un risultato interessante per estrarre informazioni su carenze del terreno,indice vegetazionale,stato di salute delle colture.
Considerando l'utilizzo di un drone non specificatamente prodotto per uso lavorativo,ma per uso ludico con caratteristiche consumer(come tutti gli oggetti elettronici di uso quotidiano quali telefoni,tablet ecc..)e **soprattutto non equipaggiato con alcun tipo di camera specifica** posso affermare che i dati raccolti sono comunque solo parzialmente soddisfacenti.
Del materiale prodotto sono risultate utilizzabili soltanto alcune foto azimutali (quelle con la camera che punta verso il basso) foto effettuate entro certe altezze(150-200metri)
e foto prodotte durante i voli effettuati in condizioni di luce specifiche come la presenza di nuvole omogenee,il sole nelle ore centrali della giornata quando proietta sugli oggetti fotografati un ombra minima e foto in tardo pomeriggio dove per posizione geografica dell'azienda il sole non produceva effetti di alterazione.

Prova su oliveto azienda Macchiascandona

Questo primo esempio rappresenta una porzione di oliveto dell'azienda :la foto è scattata da un altezza di circa 150 mt, con drone in posizione stazionaria(hovering) ed appartiene ad una serie di foto in sequenza dove quella presa in considerazione è risultata la più idonea alle alterazioni post-produzione con *acer photo director 8* , aumentando il contrasto e modificando i colori sulla scala del magenta ho ottenuto la seconda foto.

Si riesce a vedere più chiaramente la carenza vegetativa al cento del reticolo causata dal dislivello decrescente presente al livello del suolo con carenza di nutrienti ,verificabili solo dopo analisi all'interno delle aree dell'oliveto stesso.

La foto in basso è presa da un'altra angolazione, che non risulterebbe idonea alla verifica dell'indice vegetazionale ma che aiuta a capire, la conformazione del terreno per approcciare prime conclusioni.

Prova su vigneto azienda Macchiascandona

In questa seconda prova ho preso in esame una porzione di vigneto situato in azienda .La foto (sopra)azimutale delimita il vigneto interessato. La foto di riferimento(sotto) è diagonale,con il livello del magenta aumentato. Ho eseguito alcuni voli e selezionato le foto più interessanti per qualità e possibile interpretazione modificando in post-produzione inoltre,l'esposizione,contrasto e luminosità.

Si tratta di un vigneto che presenta delle carenze oggettivamente visibili da queste prospettive e che l'analisi al suolo conferma come carenza di fosforo (nella parte sinistra della foto) e dove le piante di vite risultano povere di nutriente,a causa di un dilavamento provocato dalla pendenza e dal dislivello in cui è situato il vigneto stesso .Le piante in oggetto hanno circa trenta anni di età e non subiscono trattamenti che per la conformazione del terreno sarebbero necessari a garantire l'omogeneità dei nutrienti.

Il punto di vista offerto dalla prospettiva del drone che sorvola un'area offre spunti interessanti di analisi soggettiva e aiuta ad indirizzare analisi al suolo più approfondite e mirate.
Se questa analisi "dall'alto"fatta in modo sperimentale ci aiuta, immagino il salto di qualità che consentirebbero attrezzature specifiche dedicate.
Un grandissimo aiuto per lo sviluppo scolastico di questa attività potrebbe arrivare dal possedere fisicamente una camera multispettrale con software per analisi dedicato, indirizzando cosi il piano scolastico attuale verso questo settore fortemente in espansione e che attualmente vede prospettive di crescita dei futuri periti agrari verso un'agricoltura tutta nuova.

Riferimenti bibliografici

Bareta, F., Hagollec, O., Geigerb, B., Bicherond, P., Mirasd, B., Hucd, M., Berthelote ,B., Niñod, F., Weisse, M., Samainb, O., Roujeanb, J.L., Leroyd, M., 2007. LAI, fAPAR and fCover Cyclopes global products derived from Vegetation: Part 1: Principles of the algorithm. Remote Sensing of Environment, 110, 275-286

Casa, R. 2016. Agricoltura di precisione. Metodi e tecnologie per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei sistemi colturali. Edagricole, Bologna, p. XVIII+407, ISBN: 978-88-506-5510-6

Casa, R., Pisante, M., 2016. Introduzione. In: Agricoltura di precisione. Metodi e tecnologie per migliorare l'efficienza e la sostenibilità dei sistemi colturali (a cura R.Casa), pp.1-8. Edagricole, Bologna, p. XVIII+407, Isbn: 978-88-506-5510-6

Castaldi, F., Palombo A., Santini F., Pascucci S., Pignatti S., Casa R., 2016. Evaluation of the potential of the current and forthcoming multispectral and hyperspectral imagers to estimate soil texture and organic carbon. Remote Sensing of Environment, 179, 54-65

Castrignanò, A., Buttafuoco, G., 2004. Geostatistical stochastic simulation of soil water content in a forested area of south Italy, Biosystems Engineering, Elsevier

Coleman, T.L., A, Agbu P., Montgomery, O.L., 1993, Spectral differentiation of surface soils and soil properties; is it possible from space platforms. Soil Sci.115, 283–293

Pierce, F.J., Nowak, P., 1999. Aspects of precision agriculture, Advances in agronomy, Elsevier

Gomez, C., Lagacherie, P., Coulouma, G., 2008. Continuum removal versus Plsr method for clay and calcium carbonate content estimation from laboratory and airborne hyperspectral measurements. Geoderma 148, 141–148

Holland, K.H., Schepers J.S., 2013. Use of a virtual-reference concept to interpret active crop canopy sensor data. Precision Agriculture, 14, 71-85

Odeh, I.O.A., Mcbratney, A.B., 2000. Using Avhrr images for spatial prediction of clay content in the lower Namoi Valley of eastern Australia. Geoderma 97, 237–254

Pisante, M., 2017. Competenze e abilità per l'agricoltura 4.0. TerraéVita, 37 suppl. 1,141

Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering D.W., 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with Erts, In: S.C. Freden, E.P. Mercanti, and M. Becker (eds) Third Earth Resources Technology Satellite–1 Syposium. Volume I: Technical Presentations, Nasa SP-351, Nasa, Washington, D.C., pp. 309-3

Zepir the fly mechanics

Aermatica 3d

Sullivan, D., Shaw, J., Rickman, D., 2005, Using Ikonos imagery to estimate surface soil property variability in two alabama physiographies, Soil Sci. Soc. Am. J. 69,1789–1798