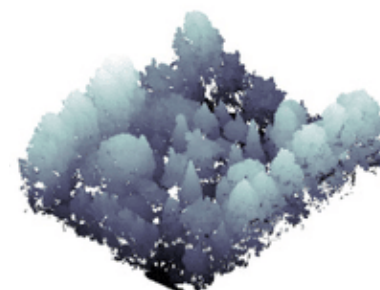
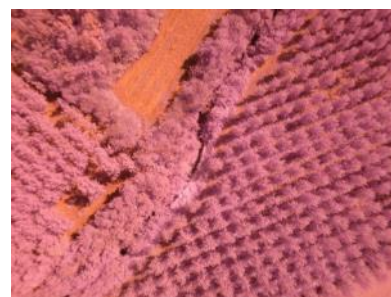
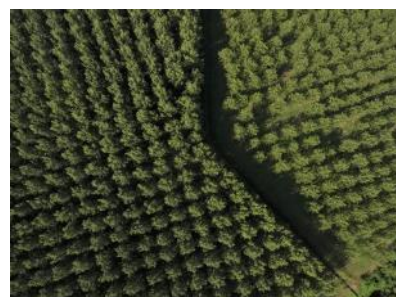
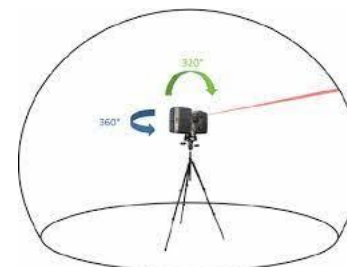


TECNOLOGIE DI PRECISIONE PER APPLICAZIONI SITO-SPECIFICHE IN PIOPPICOLTURA

Francesco CHIANUCCI



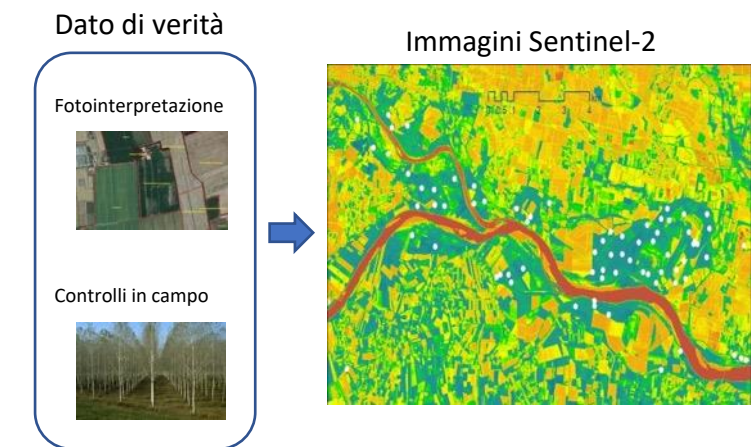
Le finalità principali del Progetto sono

1. Mappatura a scala regionale su base satellitare (Sentinel-2)
2. Sviluppo di un sistema early-warning dello stress

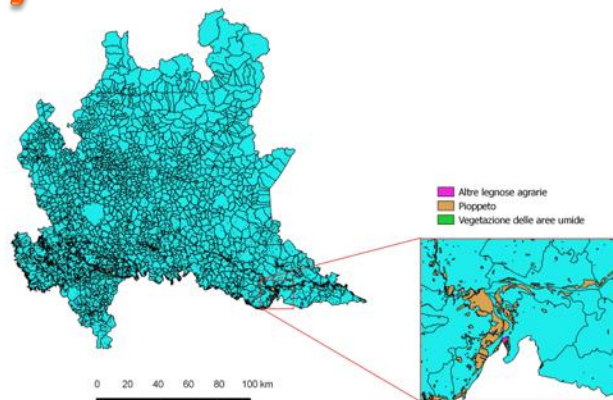
Fase I

Fase II

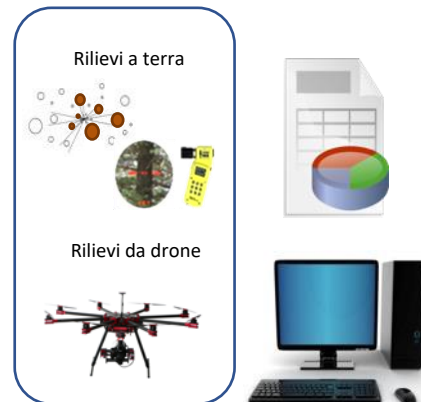
Fase III



1) Mappatura semiautomatica pioppo



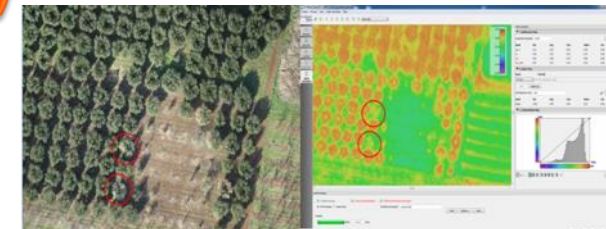
Calibrazione dato Sentinel-2



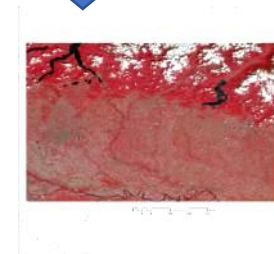
2) Piattaforma Web-Gis



3) Sistema di monitoraggio multiscale



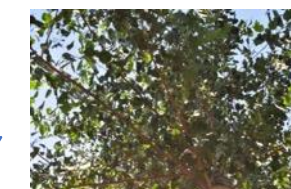
Early warning da Sentinel-2



Rilievo di dettaglio da drone



Rilievo di dettaglio a terra



Approccio top-down

Approccio bottom-up

Le finalità principali del Progetto sono

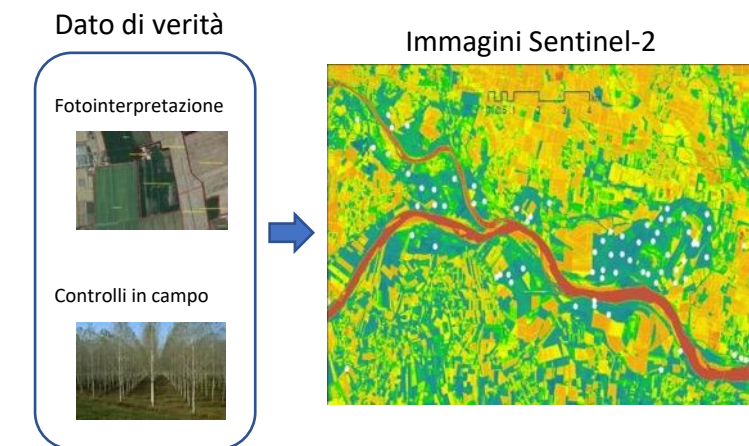
1. Mappatura a scala regionale su base satellitare (Sentinel-2)
2. Sviluppo di un sistema early-warning dello stress

Per il raggiungimento di tali scopi, un elemento fondamentale è rappresentato dalla raccolta di informazioni a scala di dettaglio

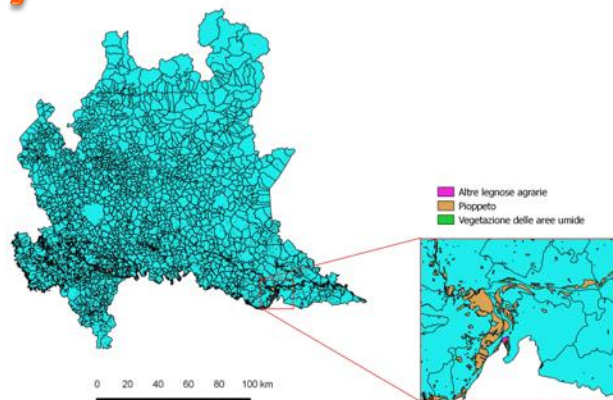
Fase I

Fase II

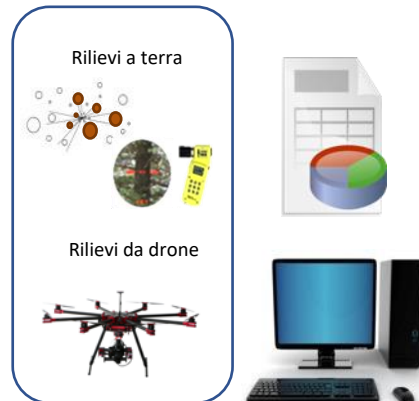
Fase III



1) Mappatura semiautomatica pioppo



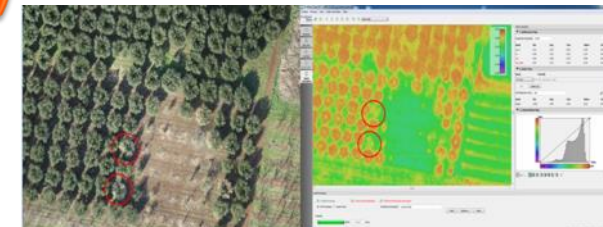
Calibrazione dato Sentinel-2



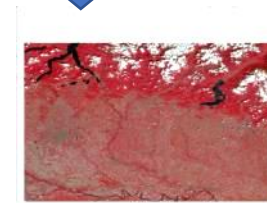
2) Piattaforma Web-Gis



3) Sistema di monitoraggio multiscale



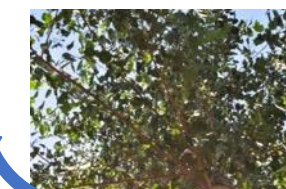
Early warning da Sentinel-2



Rilievo di dettaglio da drone



Rilievo di dettaglio a terra



Approccio top-down

Approccio bottom-up

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Come possono le tecnologie di precisione essere utilizzate per applicazioni sito-specifiche?
- Quali sono le principali informazioni necessarie, e come vengono tradizionalmente misurate?
- Come vengono o possono essere utilizzate tali informazioni nella pioppicoltura?

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Pioppeti piantagioni a turno breve
- Scelta specie e clone
 - Diverse caratteristiche e risposta
- Sesto di impianto
- Produttività e assortimenti
- Stato di salute



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Tradizionalmente, i rilievi sulle caratteristiche strutturali vengono svolti con misure forestali a terra

Principali misure 'dirette'

- Sesto di impianto
- Specie, clone
- Età
- **Diametro a 1.3 m**
- **Altezza**

Informazioni derivate

- Volume
- Assortimenti

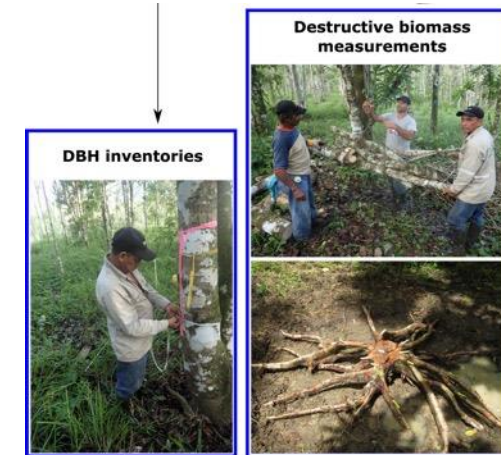
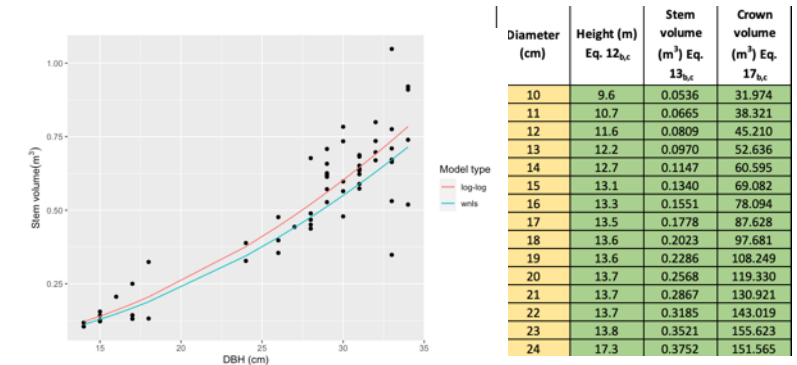


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Tradizionalmente, i rilievi sulle caratteristiche strutturali vengono svolti con misure forestali a terra

Limiti rilievi diretti

- Costi di rilievo
- Tempi di rilievo
- Soggettività misure
- Distruttività o modelli
- Poche info di dettaglio (es. qualità assortimenti)



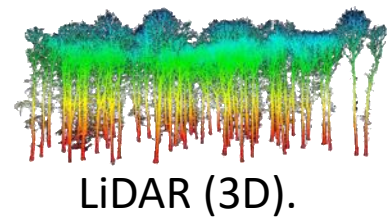
Guillemot et al. 2020

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il rilievo prossimale può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?

Due tecnologie principali:

- Attive: LiDAR (Light Detection And Ranging), o semplicemente laser
- Passive: ottiche, basate su immagini digitali



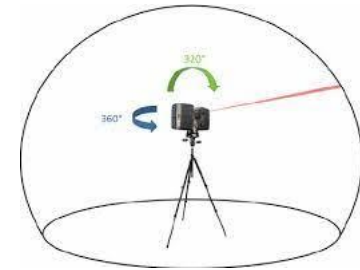
LiDAR (3D).



Ottico

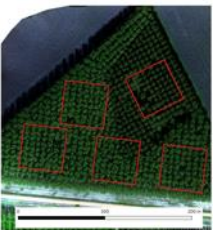
Due punti di acquisizione principali (strumentazioni):

- A terra: laser scanning Terrestre (TLS), Close-range photogrammetry
- Aereo: SAPR equipaggiati con fotocamere (passive) o sensori lidar



Due unità (scale) di riferimento:

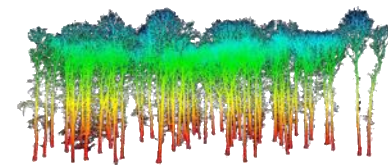
- A scala di albero
- A scala di piantagione



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Esempi applicativi

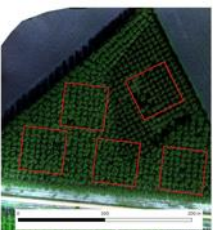
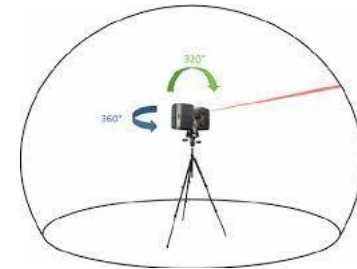
- Stima attributi strutturali nei pioppeti
 - A scala di singola pianta
 - A scala di pioppeto
- Caratterizzazione delle chiome dei pioppeti



LiDAR (3D).



Ottico

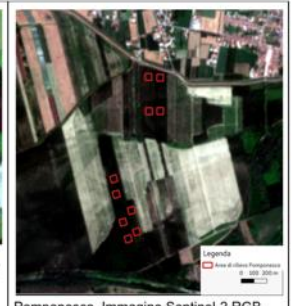
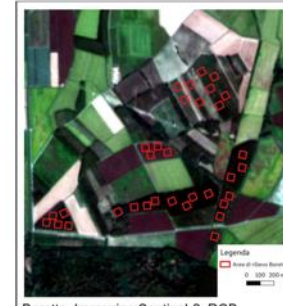
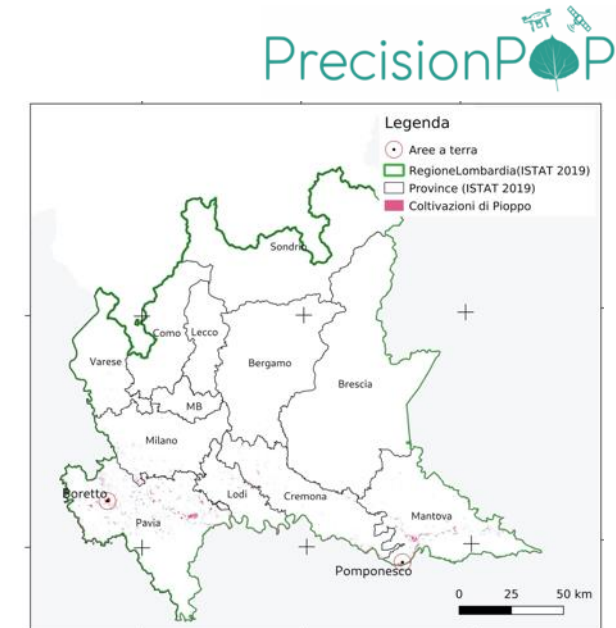
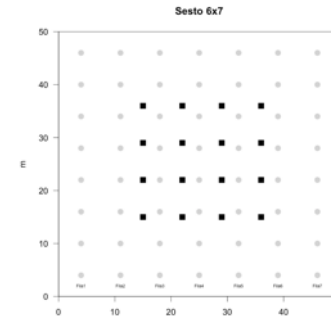


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima attributi strutturali nei pioppeti a scala di albero e pioppeto

Aree di studio: regione Lombardia

- 51 aree 50x50 m (0.25 ha)
- Inventario a terra (D, H, Volume)
- Scansioni TLS statico
 - FARO Focus 3D x130
 - Multi-scan
- Acquisizioni SAPR
 - Ortocottero
 - Sensore multispettrale MicaSense
 - RGB
 - NIR
 - Red-edge (RE)



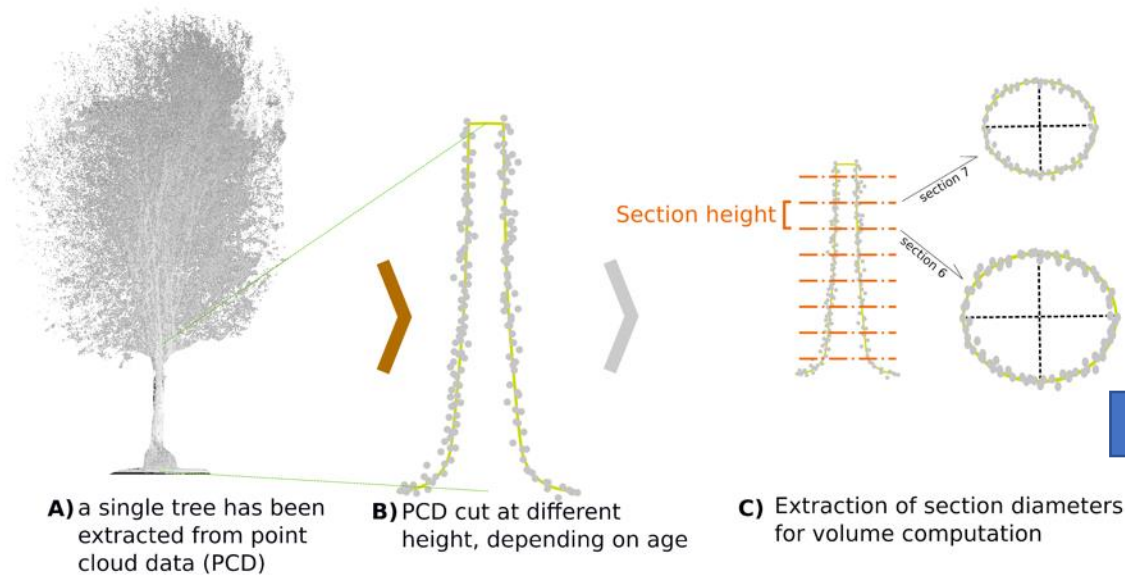
Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima attributi strutturali nei pioppeti a scala di albero e piantagione

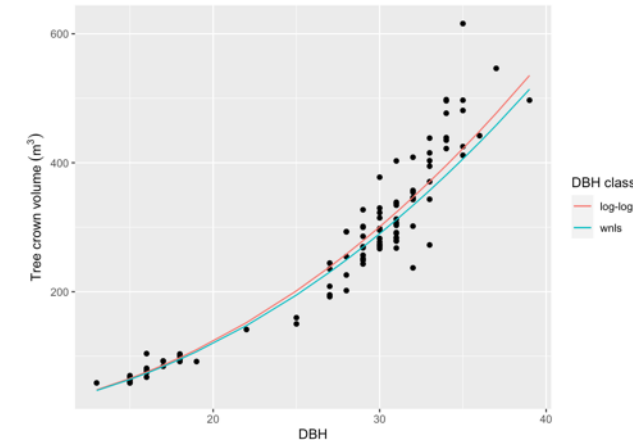
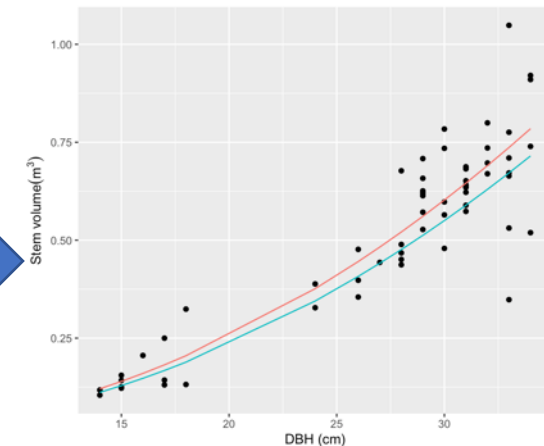
3D Scansioni TLS Leaf-off (Volume del fusto)
Scansioni TLS Leaf-on (Volume della chioma)
Confronto con tavola volume distruttiva



Con TLS è possibile sviluppare modelli di cubatura non distruttivi



- Volume del fusto (leaf-off)
- Volume della chioma (Leaf-on)



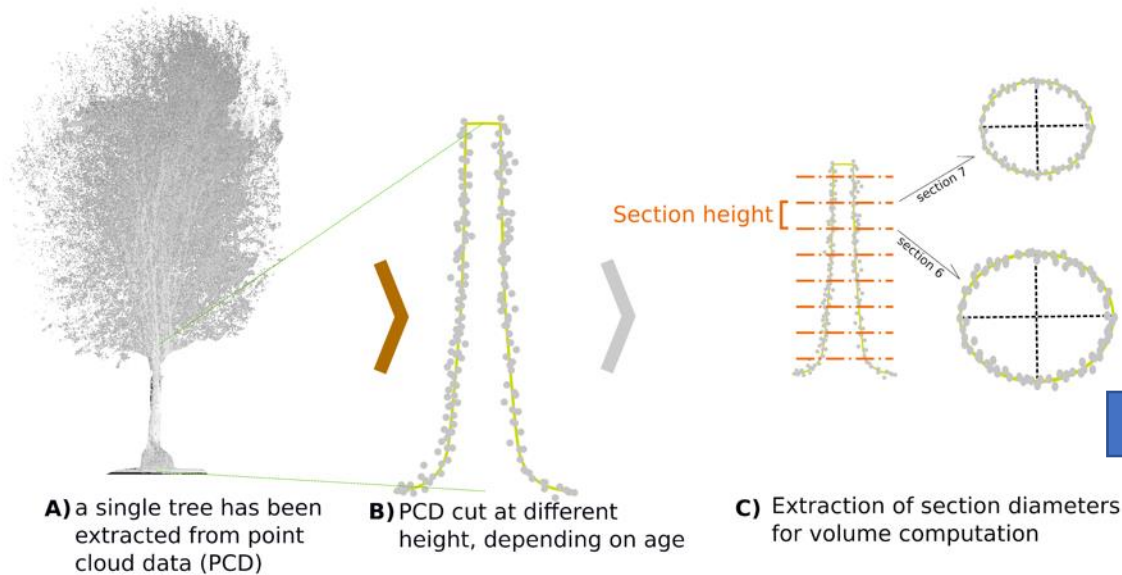
Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima attributi strutturali nei pioppeti a scala di albero e piantagione

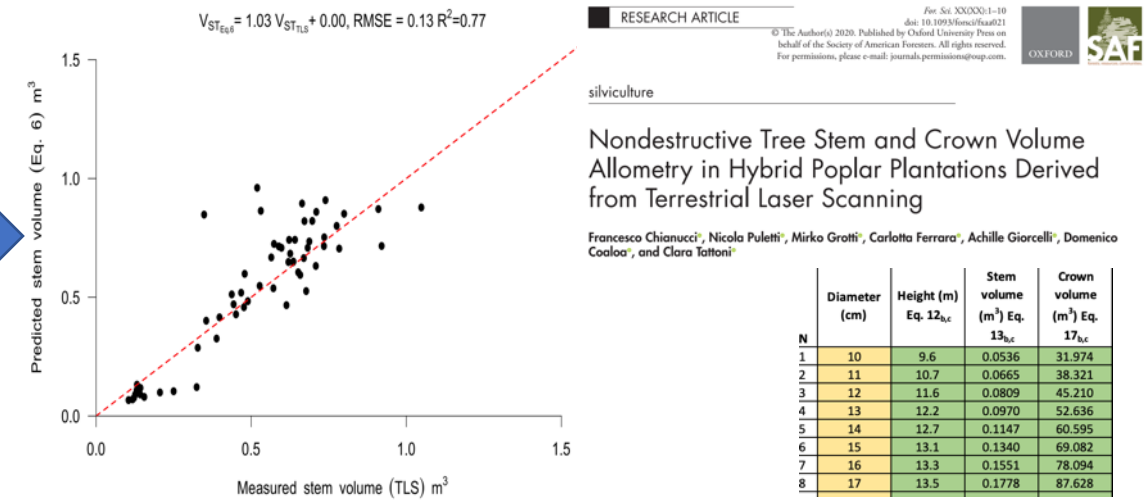
3D Scansioni TLS Leaf-off (Volume del fusto)
Scansioni TLS Leaf-on (Volume della chioma)
Confronto con tavola volume distruttiva



Con TLS è possibile sviluppare modelli di cubatura non distruttivi



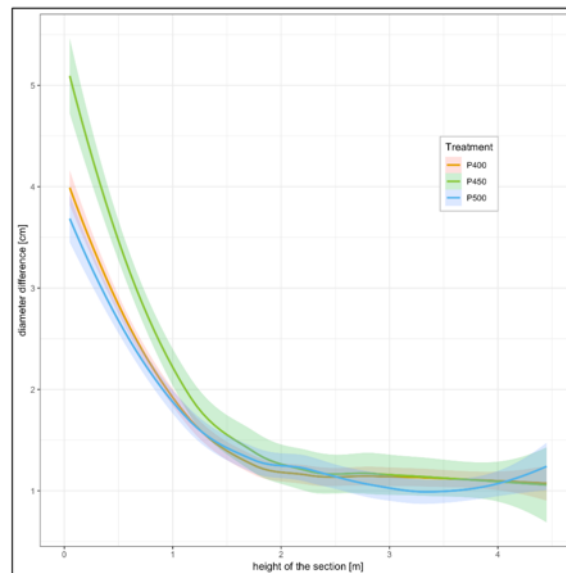
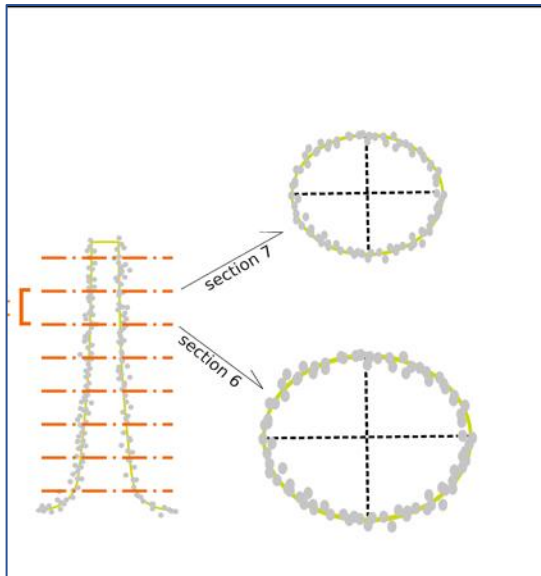
- Volume del fusto (leaf-off)
- Volume della chioma (Leaf-on)
- Stime in linea con modelli di cubatura distruttivi



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Stima assortimenti nei pioppeti a scala di albero e piantagione

- TLS permette di ottenere stime rapide e altamente precise
 - L'informazione 3D permette di valutare anche la qualità degli assortimenti
 - Profilo ed eccentricità del fusto

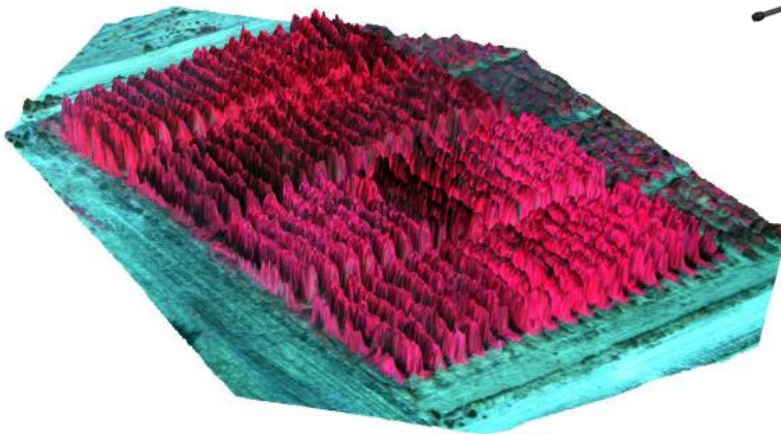


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

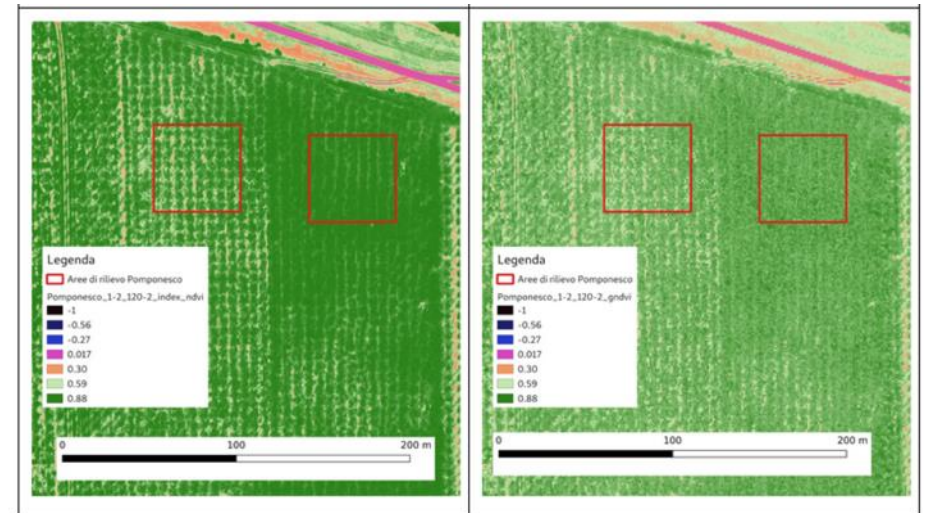
Stima attributi strutturali nei pioppeti a scala di albero e piantagione

- Il telerilevamento prossimale (SAPR) può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?

3D



2D



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

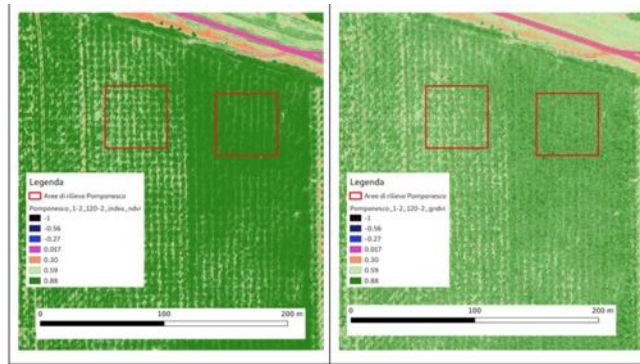
- Il telerilevamento prossimale può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?



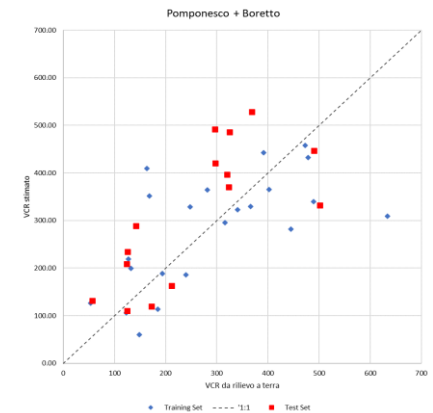
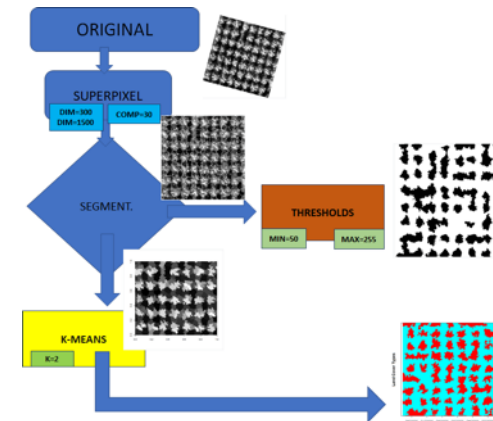
2D



MicaSense Rededge



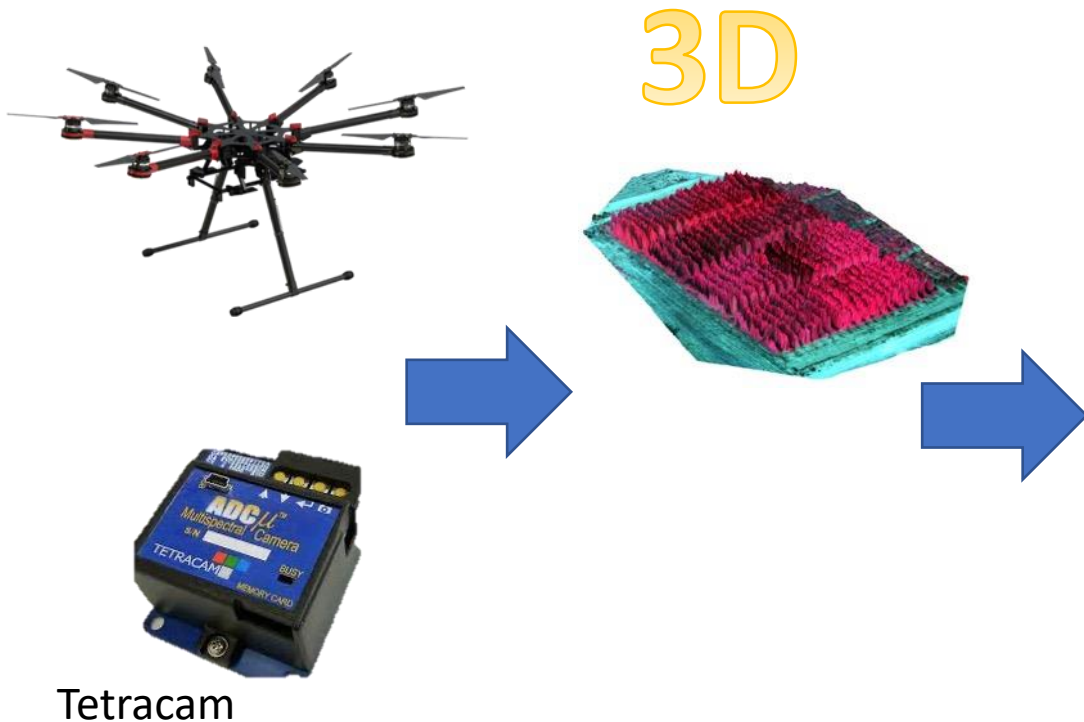
- Stima area basim e volume ad ettaro (Banda RE)



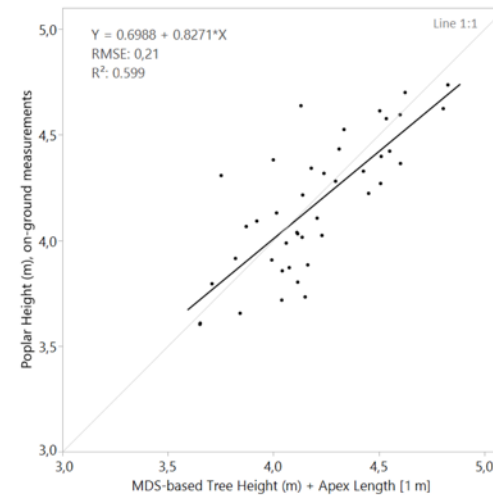
Studio in corso: Brambilla, Romano et al.

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

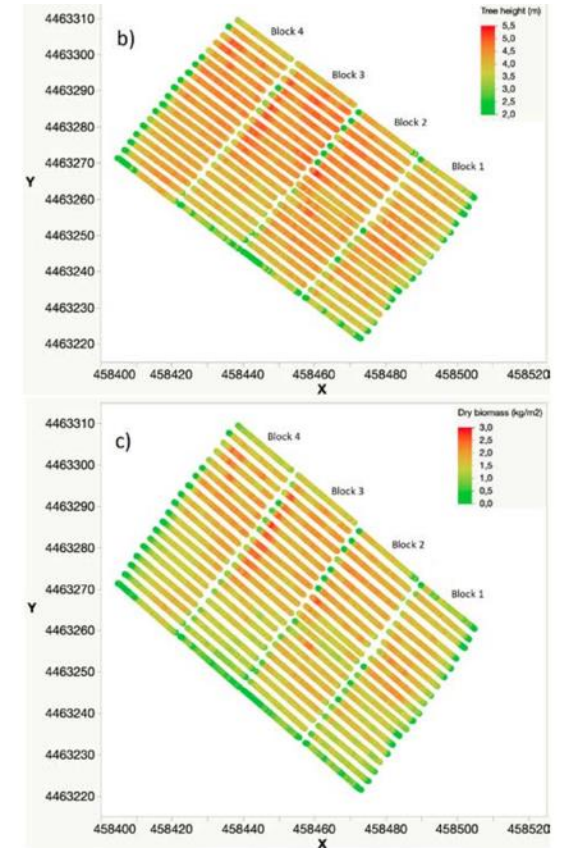
- Il telerilevamento prossimale può permettere di ottenere le stesse informazioni strutturali?



- Misura altezze con CHM
- Misura biomassa



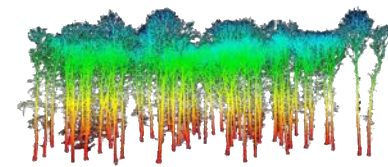
[Pena et al. 2018](#)



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

Esempi applicativi

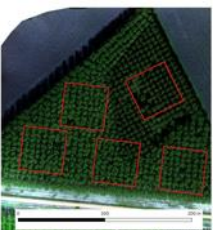
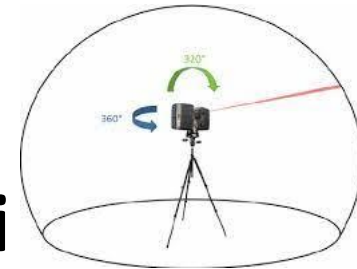
- Stima attributi strutturali nei pioppeti
 - A scala di singola pianta: TLS
 - A scala di pioppeto: SAPR+ ottico
- **Caratterizzazione delle chiome dei pioppeti**



LiDAR (3D).

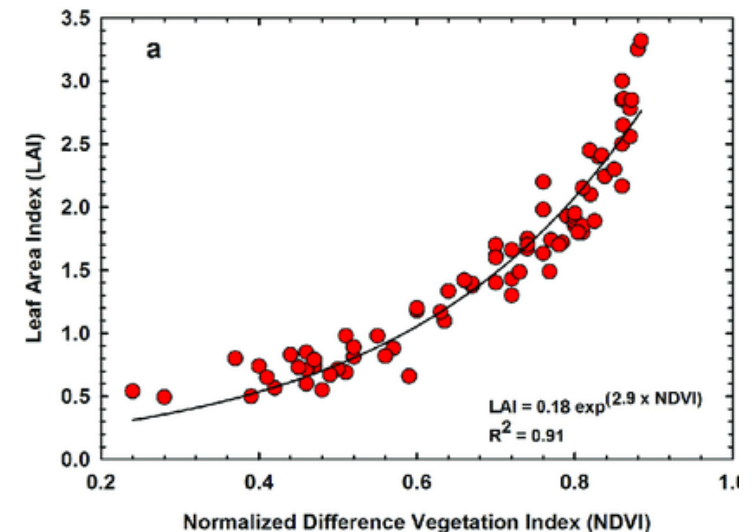
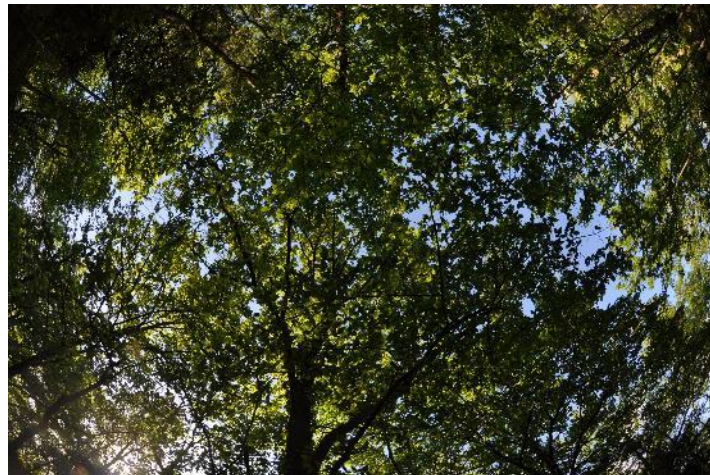


Ottico



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Copertura (CC) e indice di area fogliare (LAI) determinano fotosintesi
- Influenzano riflettanza fogliare -> telerilevamento
- Nei pioppeti la forma e distribuzione chiome importanti per qualità e sesto
- Metodi di riferimento: rilievo prossimale a terra (fotografie digitali)



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento ottico prossimale e remoto può permettere stima chioma?
- Quale è l'impatto della risoluzione (GDS) nelle stime?

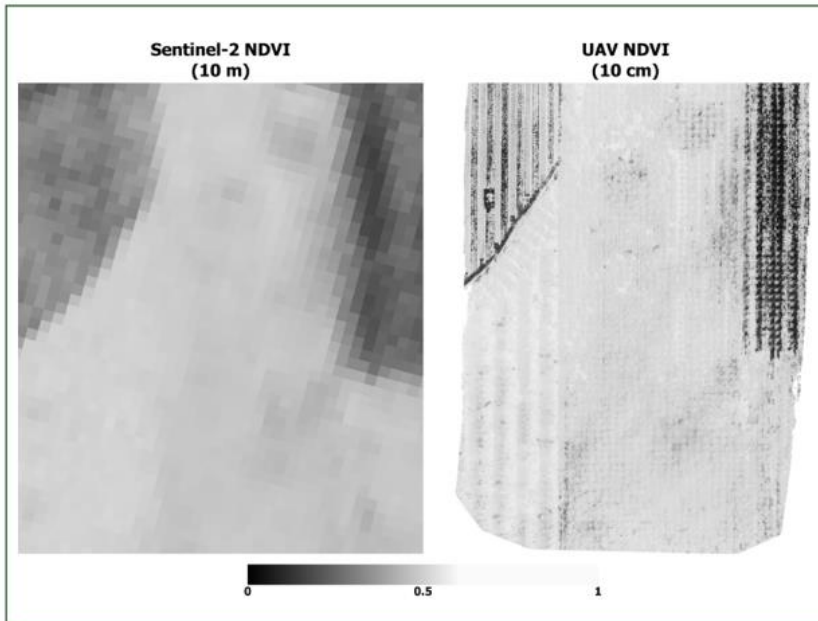
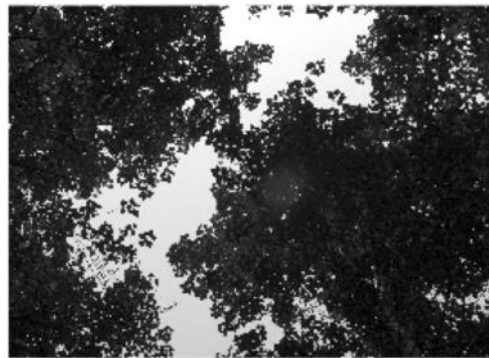


Foto a terra - < 1cm



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento ottico prossimale e remoto può permettere stima chioma?
- Quale è l'impatto della risoluzione (GDS) nelle stime?

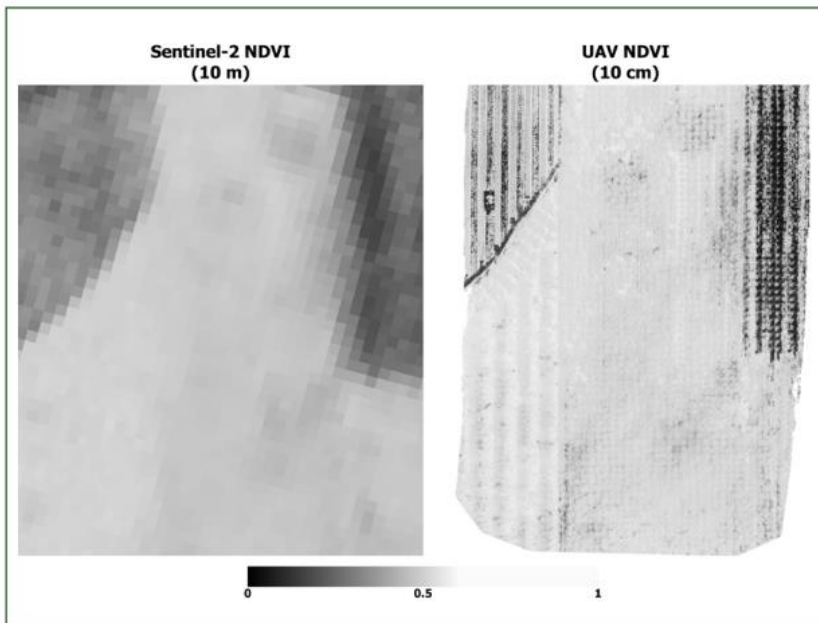
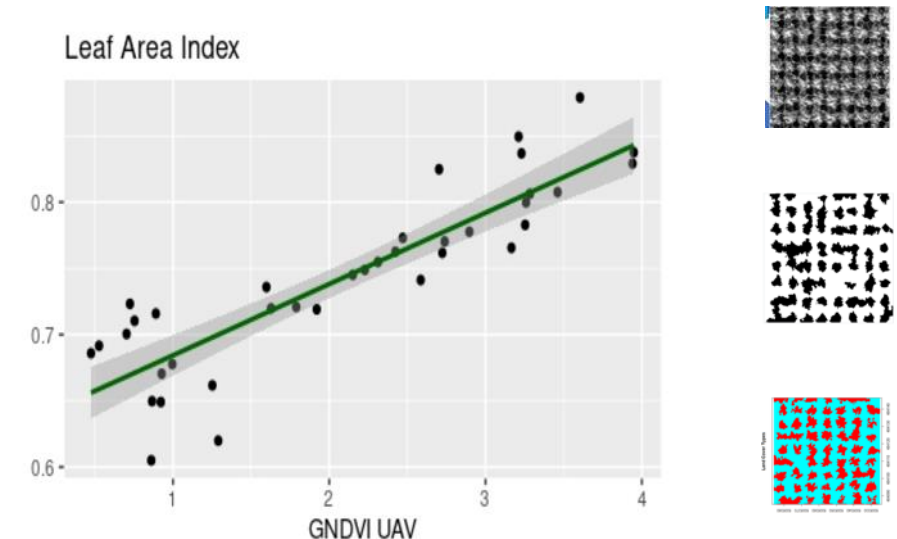


Foto a terra - < 1cm



- Stima dell'area fogliare (Banda NIR)
- Delineazione chiome - sesto impianto



Studio in corso: Brambilla, Romano et al.

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il telerilevamento ottico prossimale e remoto può permettere stima chioma?
- Quale è l'impatto della risoluzione (GDS) nelle stime?

PrecisionPOP

crea Journals

Annals of Silvicultural Research
40(1), 2021: 8-13
<https://journals-crea.4science.it/index.php/asr>

ASR

Technical note

Collection: "Precision tools to support poplar plantation forestry"

Influence of image pixel resolution on canopy cover estimation in poplar plantations from field, aerial and satellite optical imagery

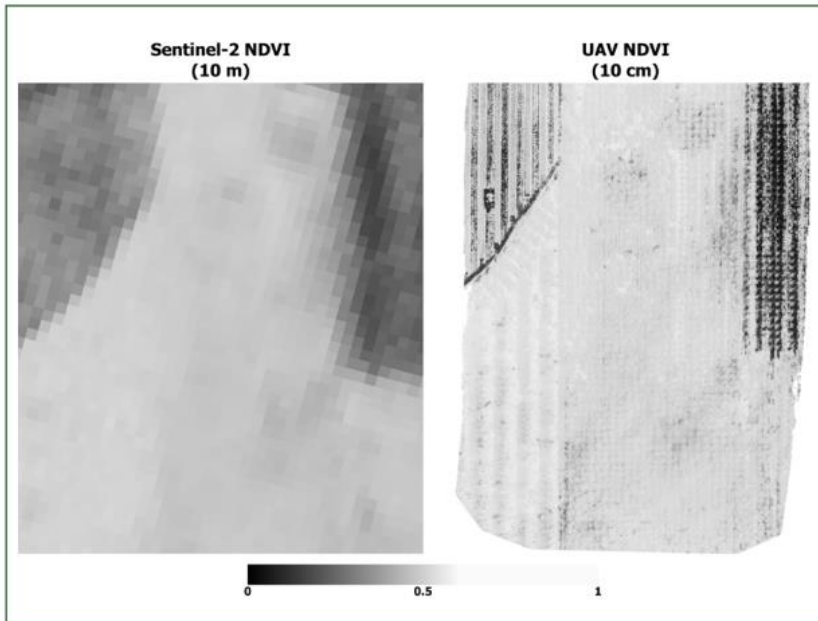
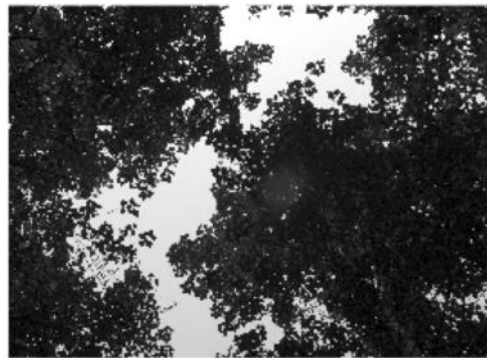
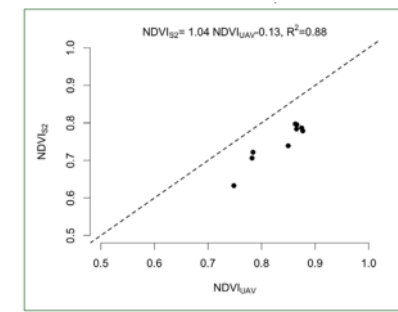
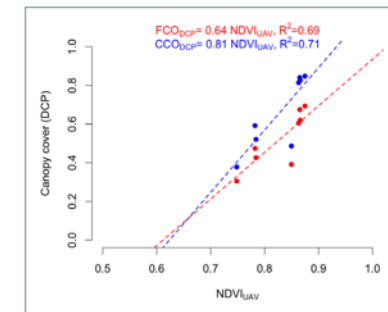


Foto a terra - < 1cm



- Stima della copertura fogliare da SAPR
- Elevata capacità di discriminare gap intrachiome
- SAPR possono sostituire i rilievi fogliari a terra
 - Calibrazione dati satellitari



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Il rilievo ottico prossimale e aereo rappresentano elementi chiave per calibrare le stime da satellite, ma hanno diverse caratteristiche da considerare:

Rilievo a terra



- + Economicità strumentazione
 - + Semplicità utilizzo
 - Misure manuali (tempi e costi)
 - Spazialmente limitate
- Applicazioni a scala di pioppeto

Rilievo da drone



- Costo strumentazione
 - Personale specializzato
 - + Maggiore copertura spaziale
 - + Flessibilità e integrazione con
- Applicazioni a scala di azienda

- Entrambi i sistemi hanno un limite nella ripetitività delle misure, che è importante per la calibrazione multitemporale del dato satellitare
- Tempestività dei rilievi nel caso di monitoraggio dello stress

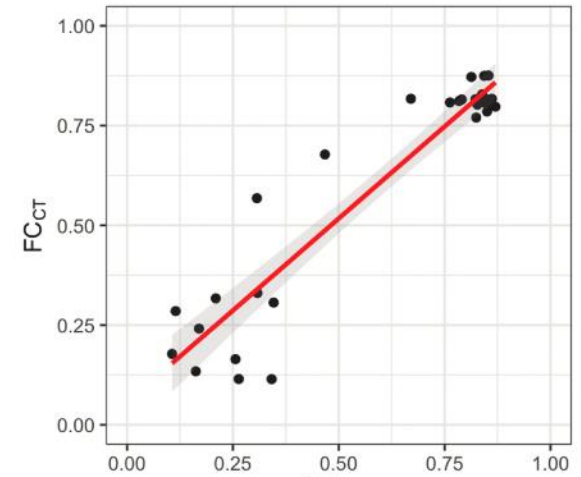
Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Le fototrappole sono camere utilizzate per la videosorveglianza
 - Sensore di prossimità
- Permettono di scattare immagini ripetute ad intervalli
- Strumenti low-cost per il monitoraggio faunistico
- Funzionamento nel monitoraggio forestale?



Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Le fototrappole sono camere utilizzate per la videosorveglianza
 - Sensore di prossimità
- Permettono di scattare immagini ripetute ad intervalli
- Strumenti low-cost per il monitoraggio faunistico
- Funzionamento nel monitoraggio forestale?



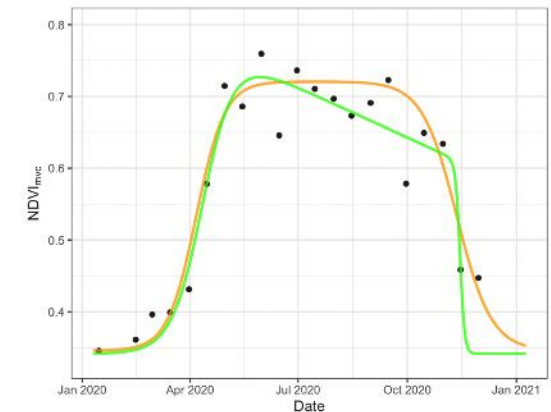
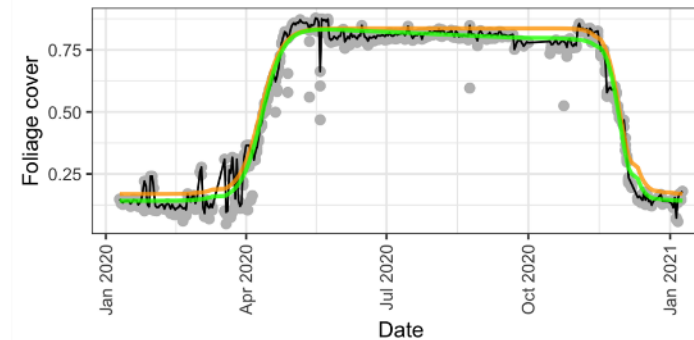
Continuous observations of forest canopy structure using low-cost digital camera traps

Francesco Chianucci^{a,*}, Sofia Bajocco^b, Carlotta Ferrara^c

^a CREA - Research Centre for Forestry and Wood, Anagnino, Italy

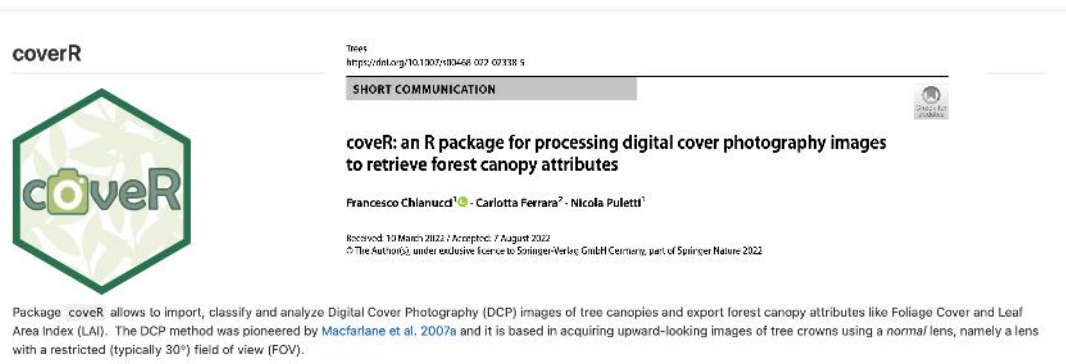
^b CREDA - Research Centre for Agriculture and Environment, Rome, Italy

^c CREDA - Research Centre for Forestry and Wood, Rome, Italy



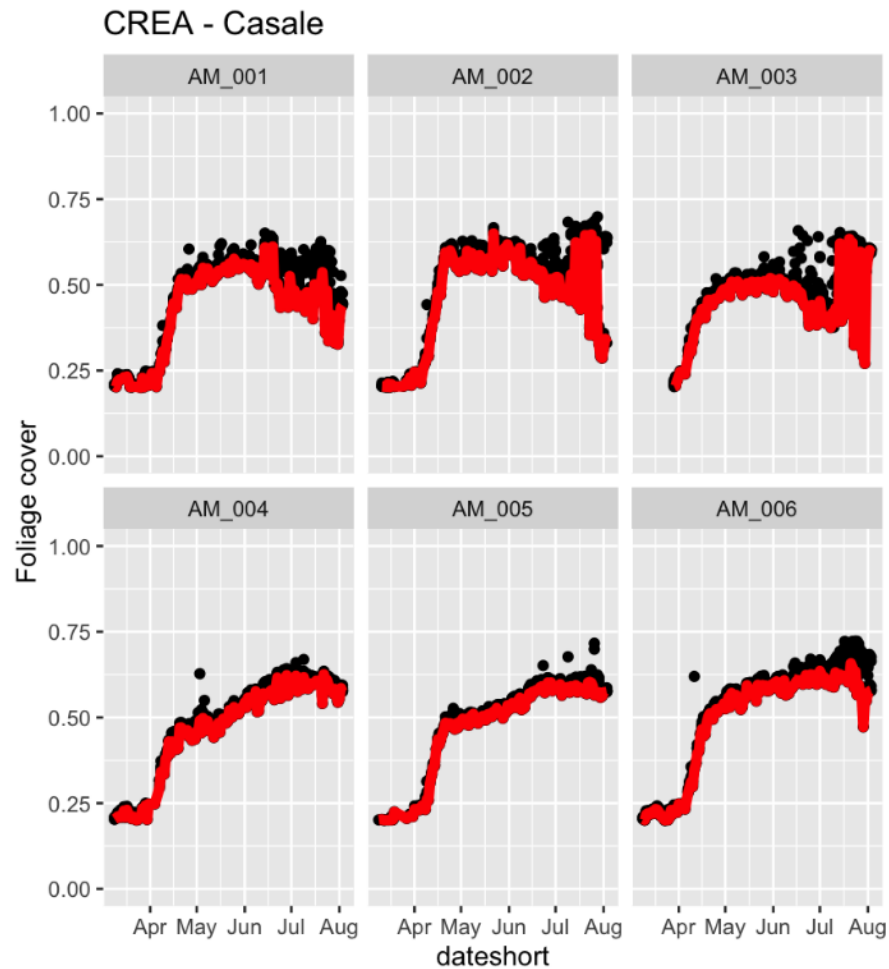
Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Inizio sperimentazione 2022:
- Aree campione TDO
- Aree CREA Casale
 - 3 Cloni
 - 2 trattamenti: irrigato/non irrigato

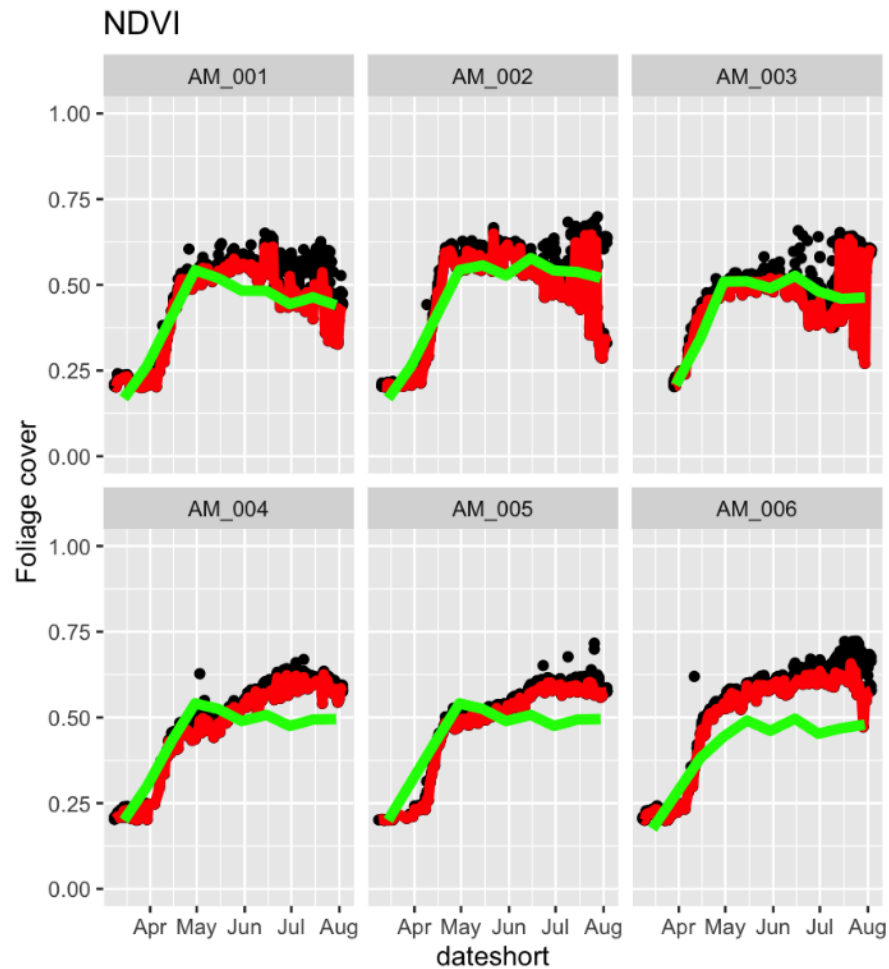


Tecnologie di precisione in pioppicoltura

- Profili vegetativi dei pioppeti 2022



Tecnologie di precisione in pioppicoltura



— NDVI (Sentinel 2)

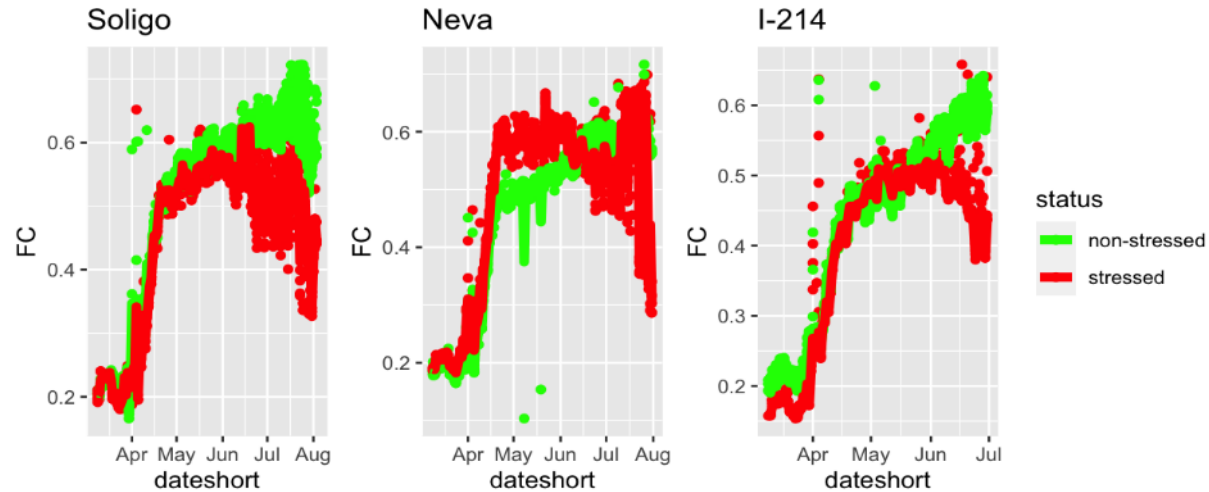
- Profili vegetativi dei pioppeti 2022
- Stime a terra congrue con NDVI S2

Tecnologie di precisione in pioppicoltura

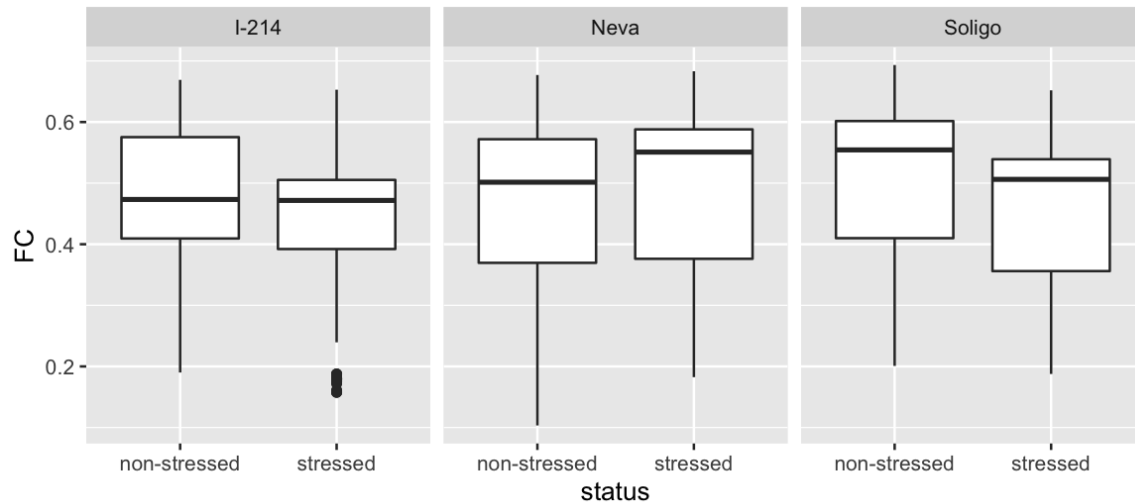


- Profili vegetativi dei pioppeti 2022
- Stime a terra congrue con NDVI S2
- Differenti risposte Cloni

Tecnologie di precisione in pioppicoltura



- Profili vegetativi dei pioppeti 2022
- Stime a terra congrue con NDVI S2
- Differenti risposte Cloni
- Differenti risposte Stress



Conclusioni

- Pioppicoltura rappresenta un settore di interesse per le applicazioni di precisione
 - Turni brevi, rapida capacità di accrescimento
 - Stress si traducono in rapide risposte a livello fogliare–chioma -> monitoraggio frequente
- Gli strumenti forniscono informazioni e risposte multiscalari
 - TLS misure di dettaglio a scala di singolo albero – pioppeto
 - SAPR permettono di ridurre misure a terra e risposte a più ampia scala
- Rete di monitoraggio fototrappole
 - Soluzione low-cost ad elevata flessibilità
 - Possibilità di realizzare reti di monitoraggio “partecipate”



GRAZIE

Francesco CHIANUCCI (fchianucci@gmail.com)



Gruppo di lavoro CREA: Francesco CHIANUCCI, Achille Giorcelli, Domenico Coaloa, Piermario Chiarabaglio, Carlo Bisaglia, Massimo Brambilla, Elio Romano, Massimo Gennaro, Luca Marchino, Claudio Bidini, Nicola Puletti, Walter Mattioli, Giovanni Cabassi, Sofia Bajocco, Carlotta Ferrara, Sara Bergante, Simone Cantamessa

Gruppo di lavoro UNIFI: Francesca Giannetti, Gherardo Chirici, Giovanni d'Amico, Saverio Francini, Clara Tattoni