

INNOVAZIONI OPERATIVE PER IL MONITORAGGIO FORESTALE MEDIANTE APPLICAZIONI DI TELERILEVAMENTO PROSSIMALE E REMOTO

WORKSHOP DIDATTICO - DIVULGATIVO

GIOVEDÌ 18 GENNAIO 2024

ACCADEMIA ITALIANA DI SCIENZE FORESTALI - PIAZZA EDISON, 11 (FIRENZE)



REPERURALE
NAZIONALE
20142020



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA
Dottorato Nazionale in Osservazione
della Terra



geo



laboratory of forest geomatics

Applicazioni laser scanner da aereo e fotogrammetriche da drone per il monitoraggio forestale



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Francesca Giannetti
francesca.giannetti@unifi.it

Monitoraggio Forestale

Il monitoraggio forestale si riferisce **alla pratica di raccogliere e analizzare dati riguardanti le foreste al fine di valutare la loro salute, gestione e cambiamenti nel tempo.** Questo processo **implica l'uso di diverse tecnologie e metodologie per raccogliere informazioni dettagliate sullo stato delle foreste.**

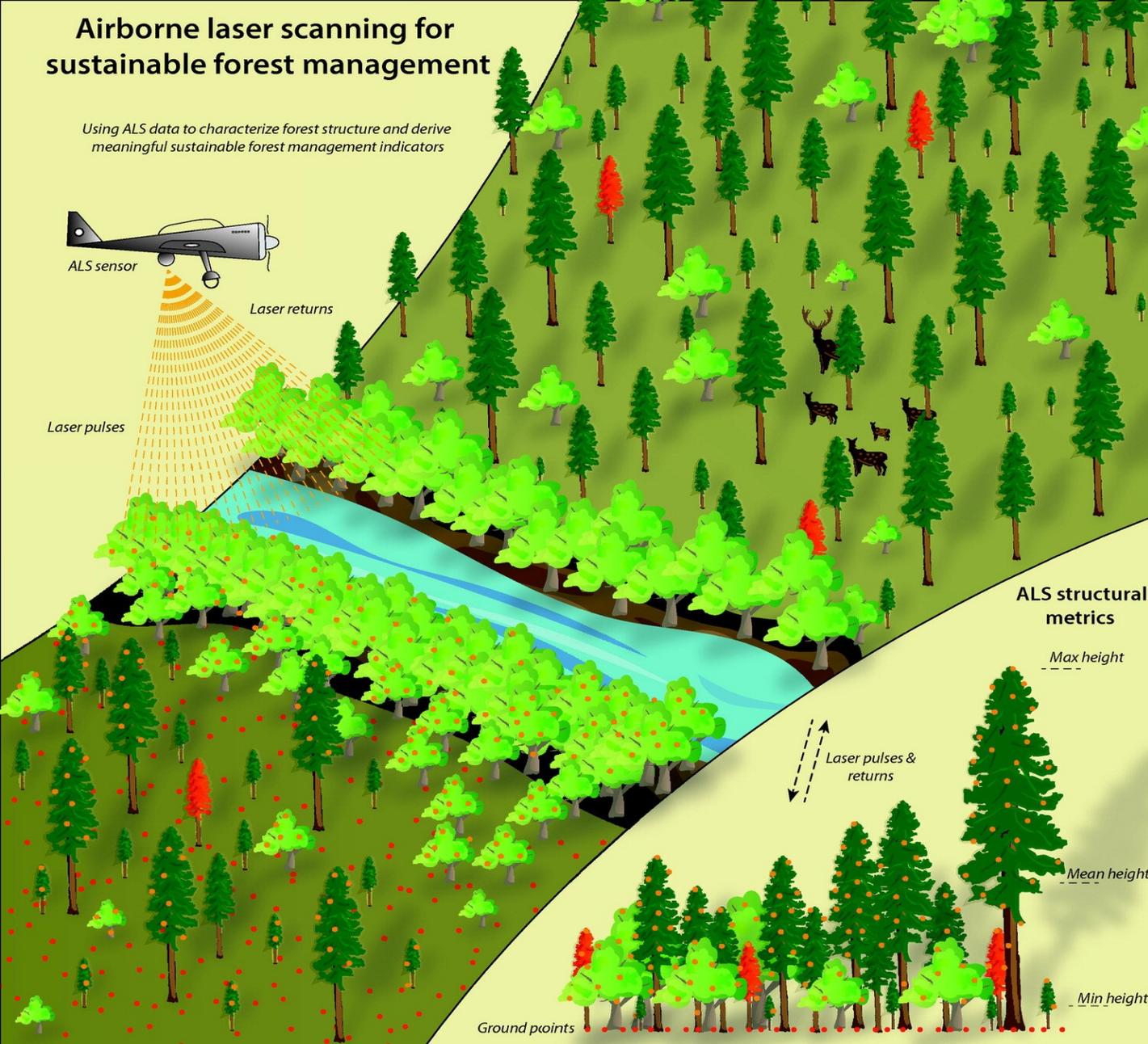
Alcuni degli aspetti chiave del monitoraggio forestale includono:

- **Rilevamento delle coperture vegetali**
- **Quantificazione degli indicatori di biodiversità**
- **Quantificazione degli indicatori di gestione forestale sostenibile**
- **Monitoraggio delle minacce**
- **Pianificazione della gestione forestale**

L'uso di tecnologie avanzate come sensori LiDAR, e l'uso di sensori prossimali tra cui droni dotati di fotocamere, insieme a strumenti di analisi dati hanno completamente modificato il monitoraggio forestale.

Airborne laser scanning for sustainable forest management

Using ALS data to characterize forest structure and derive meaningful sustainable forest management indicators



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

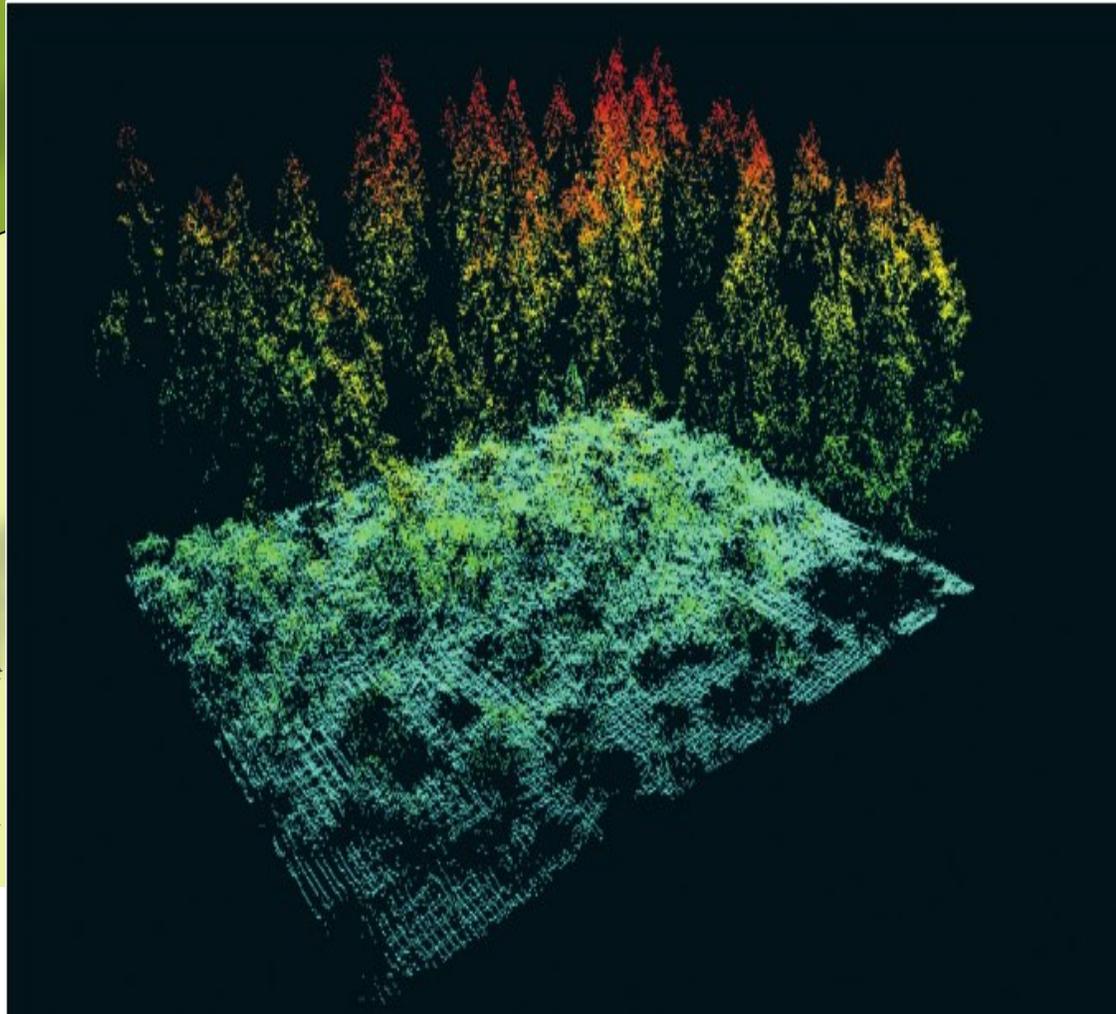


geo

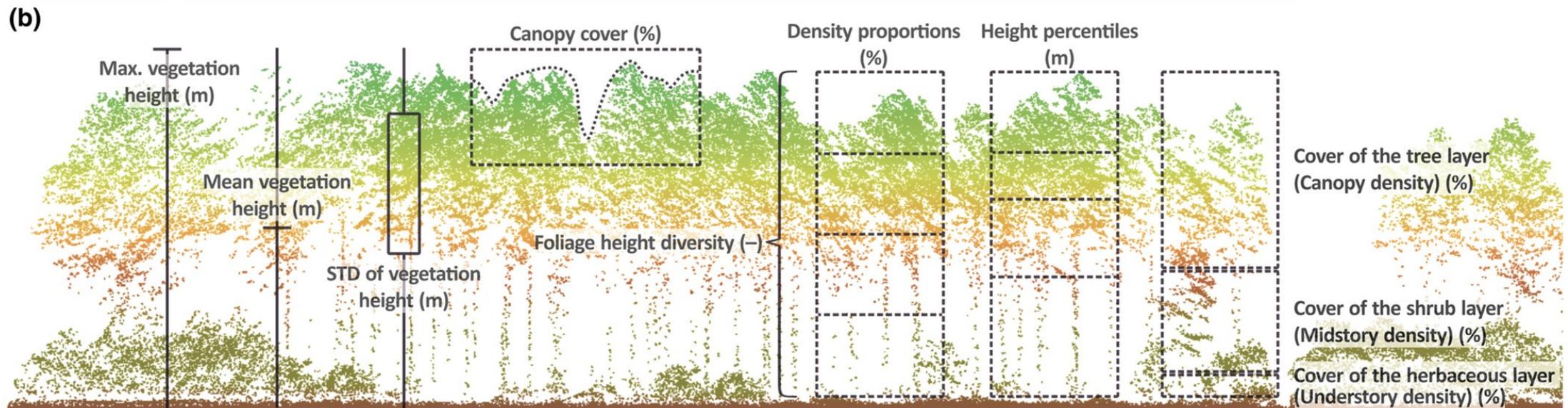
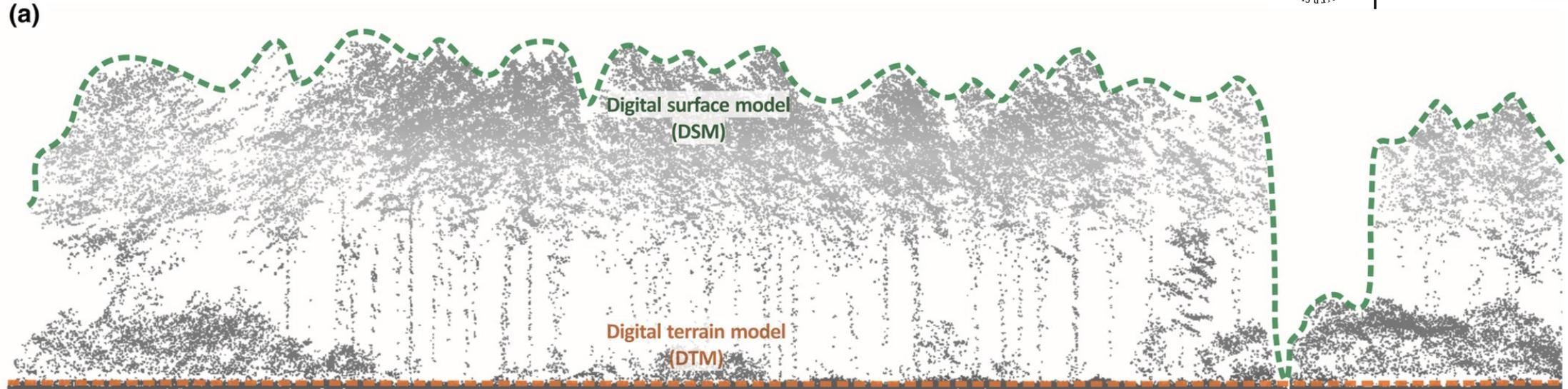


laboratory of forest geomatics

Airborne Laser Scanning



Airborne Laser Scanning point cloud

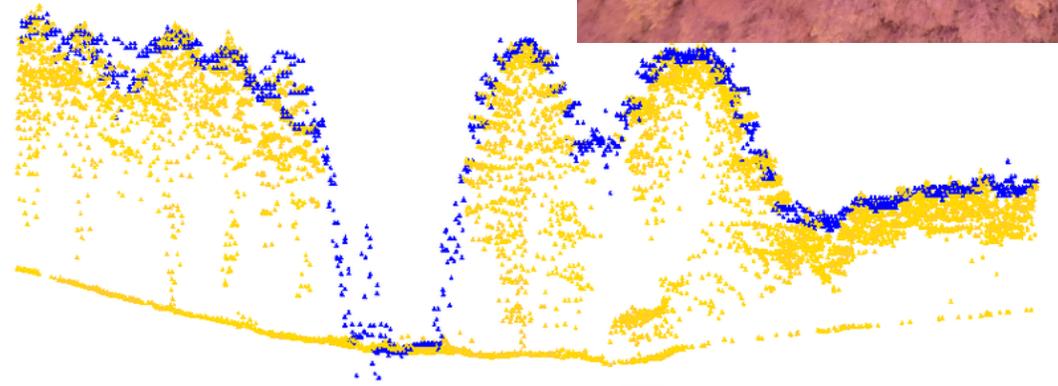


Droni fotogrammetrici



Ortofoto ad alta risoluzione

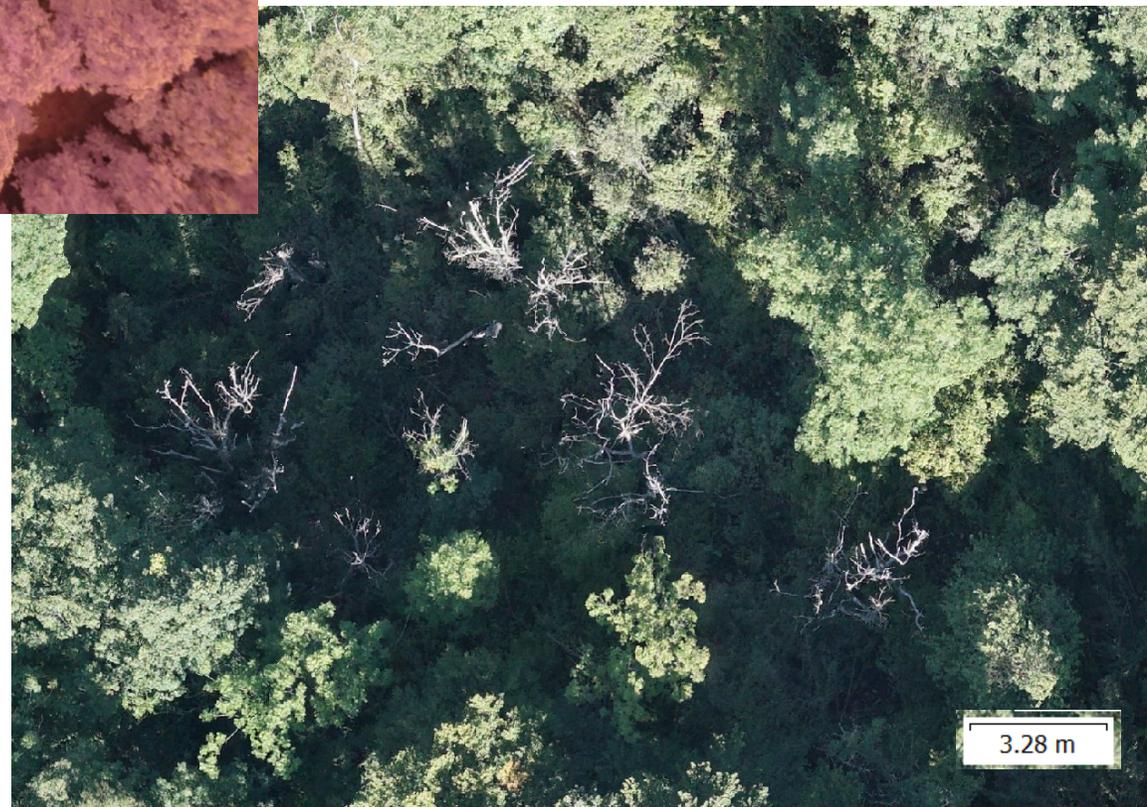
Point cloud



■ Photogrammetric
■ LiDAR

Forest canopy point cloud

Lisein, J.; Pierrot-Deseilligny, M.; Bonnet, S.; Lejeune, P. A Photogrammetric Workflow for the Creation of a Forest Canopy Height Model from Small Unmanned Aerial System Imagery. *Forests* **2013**, *4*, 922-944. <https://doi.org/10.3390/f4040922>



3.28 m

Nuvole di punti Airborne – fotogrammetria da drone e da aereo



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



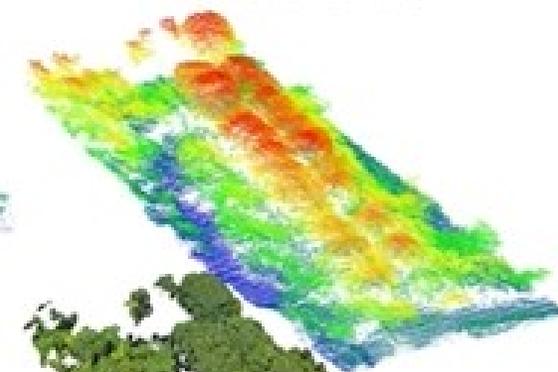
Study Area:
Natural

Study Area:
Park

Study Area:
Slope

Study Area:
Roadside

Data:
LiDAR



Data:
UAV

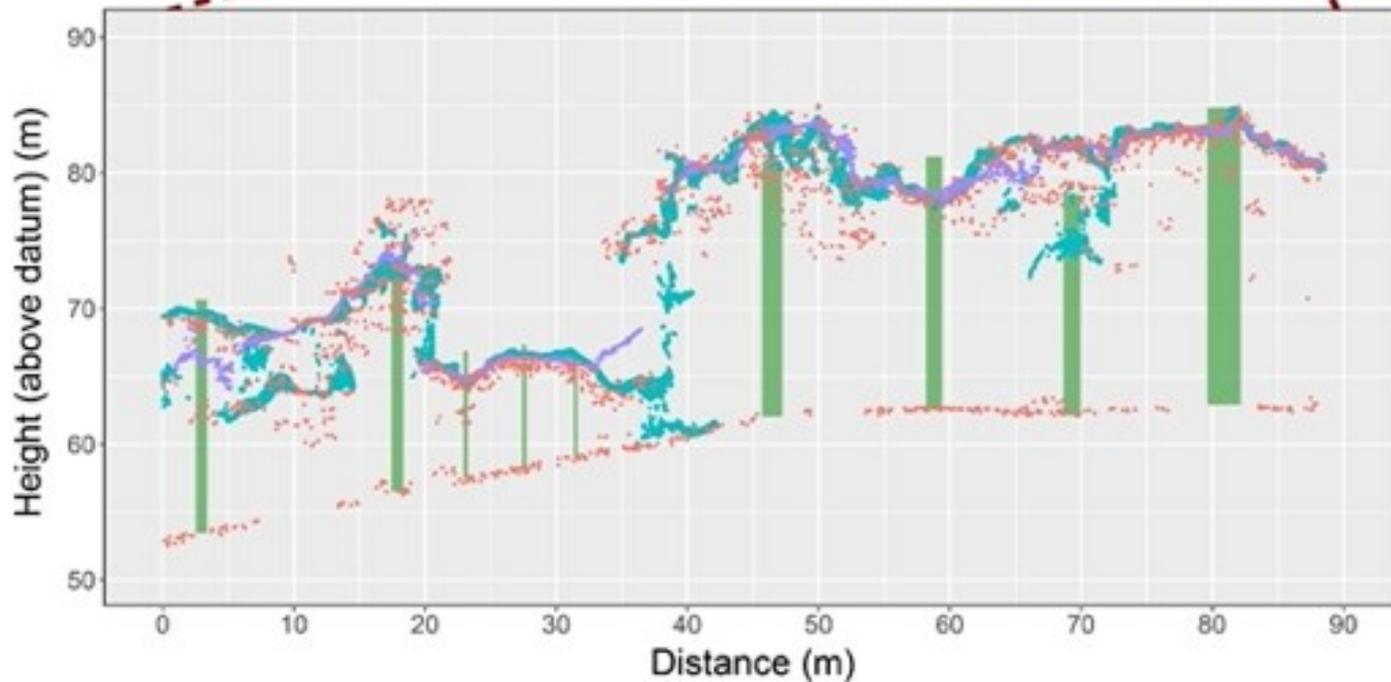


Data:
DAP

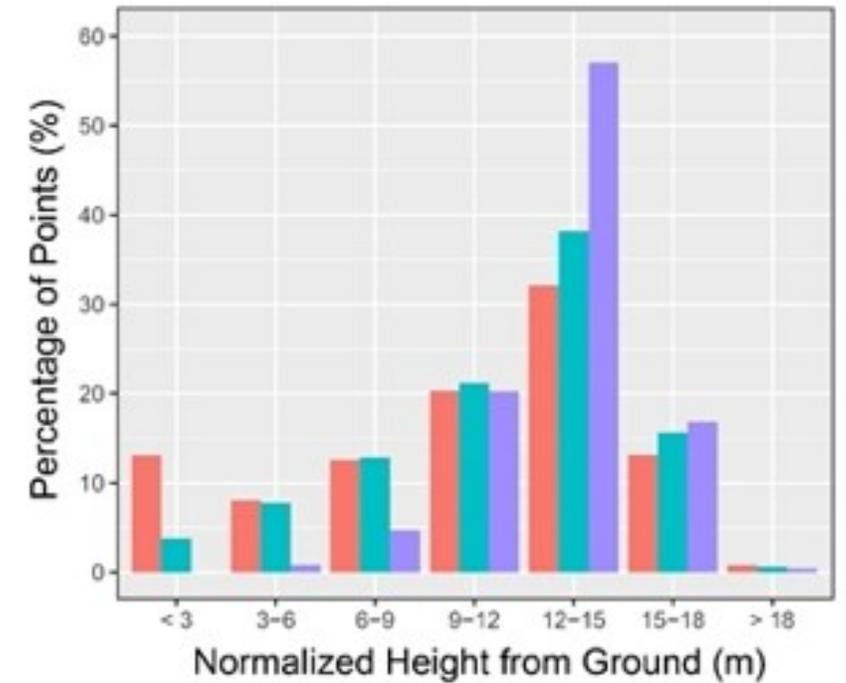


Nuvole di punti Airborne – fotogrammetrica da drone e da aereo

(a) Vertical Profile of Point Clouds (Study Area: Park)

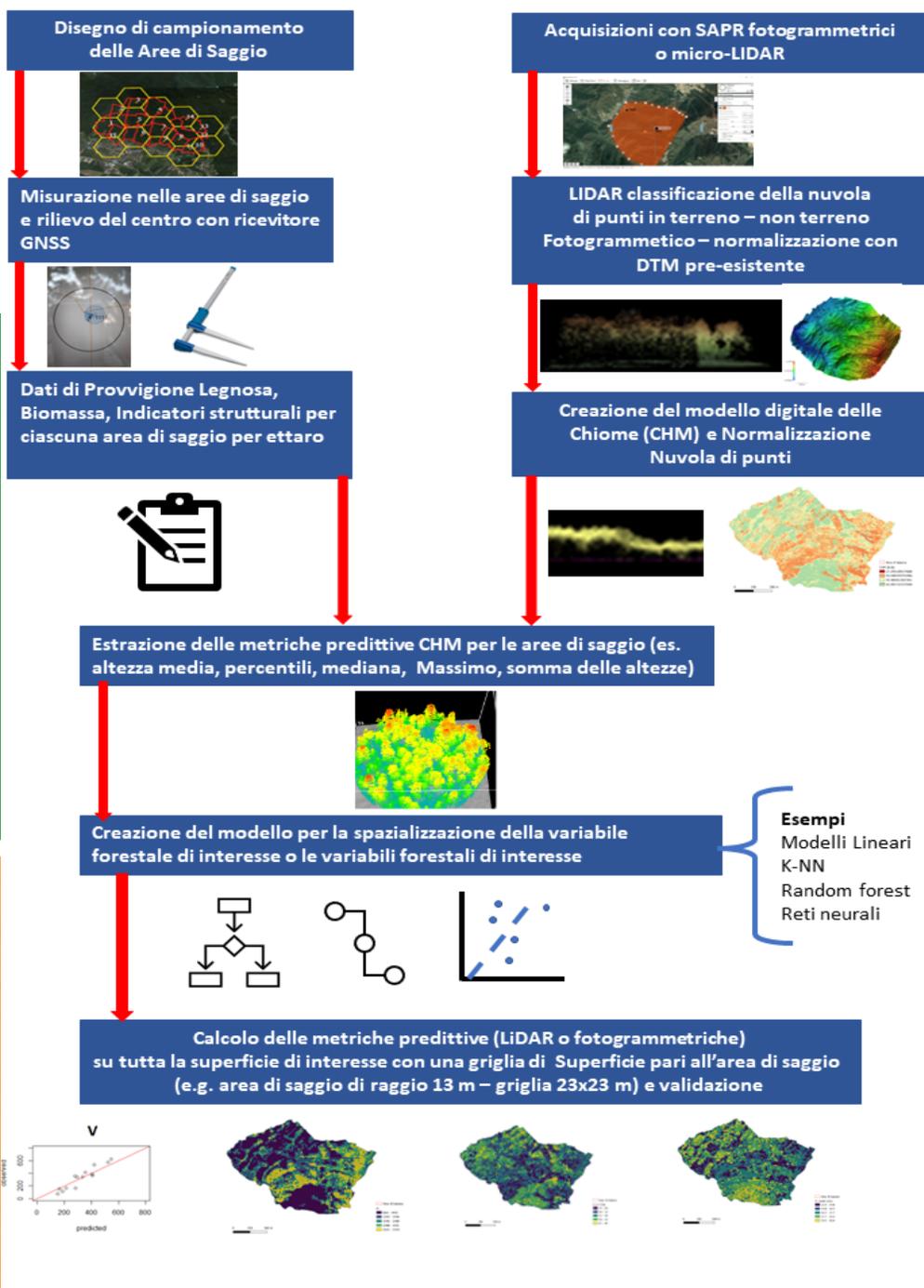
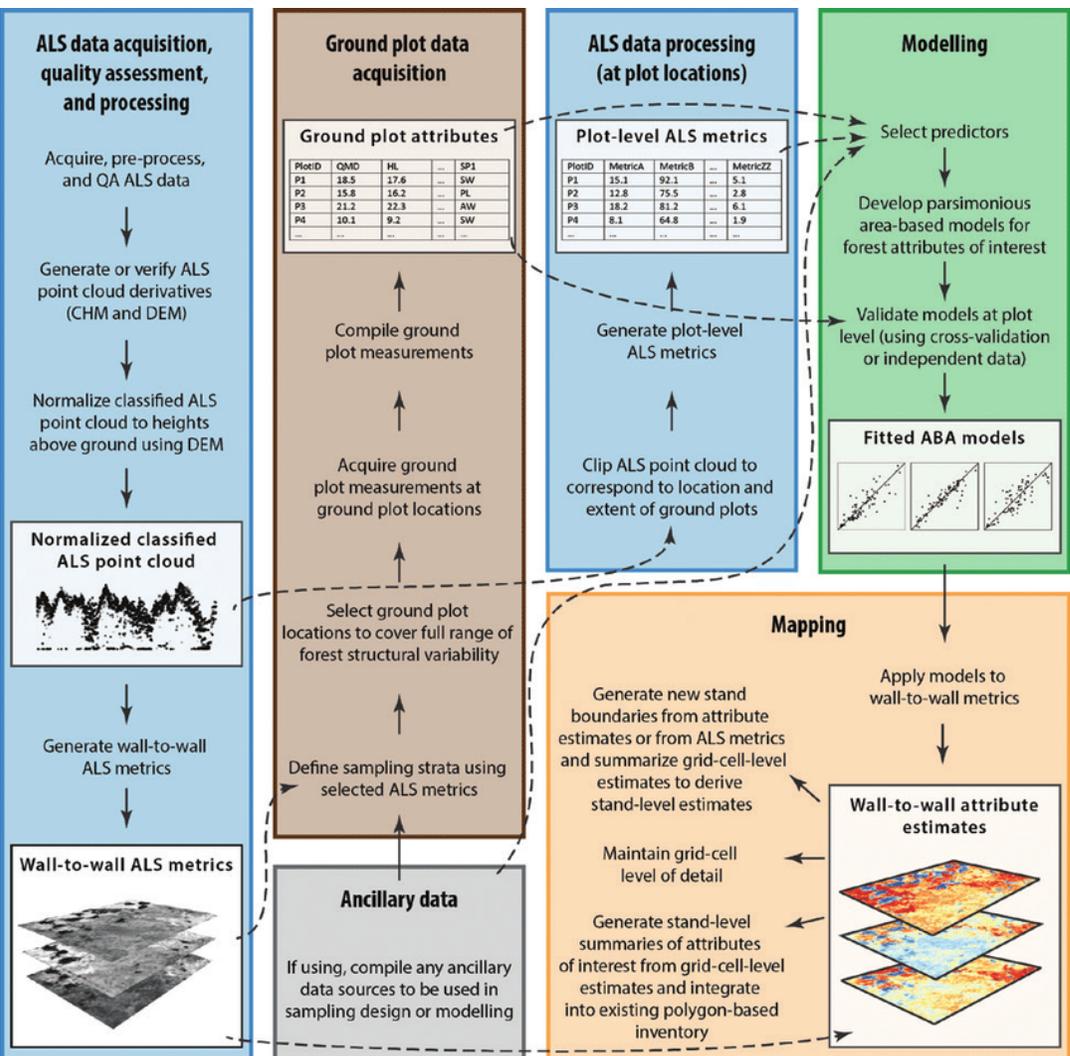


(b) Height Distribution of Point Clouds (Study Area: Natural)

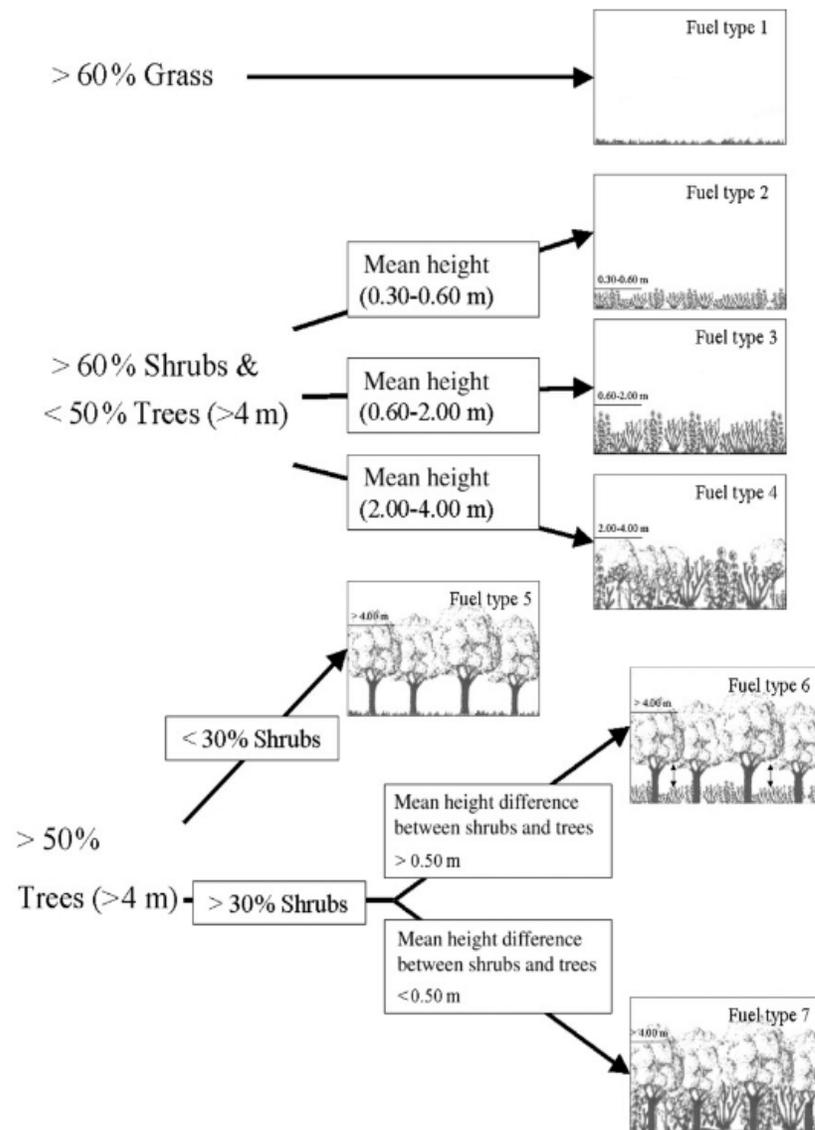




Approccio Area-Based

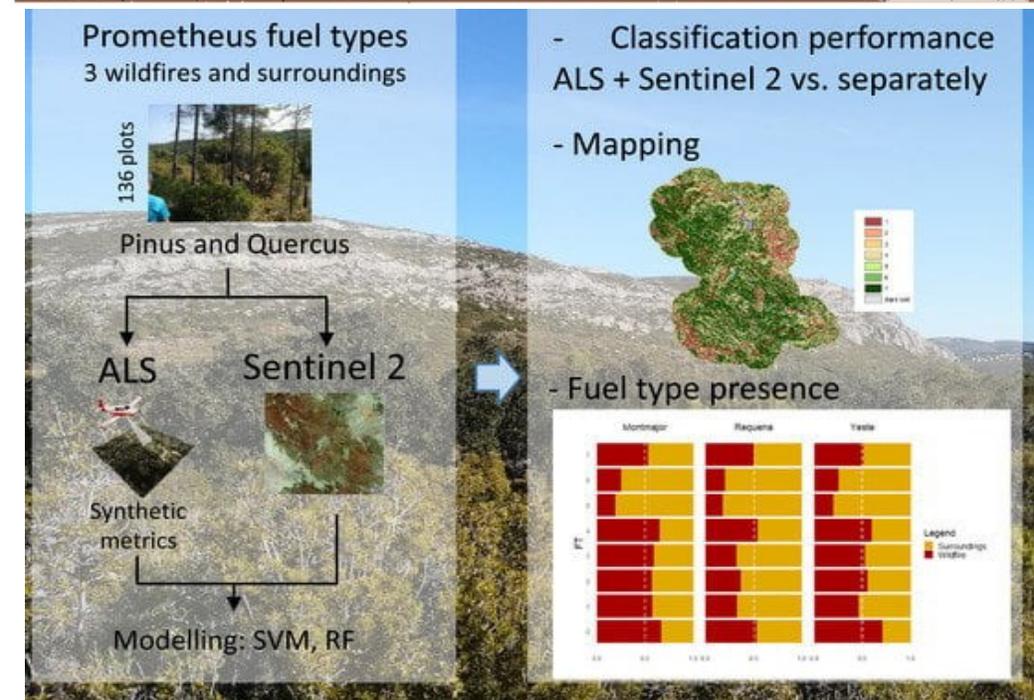
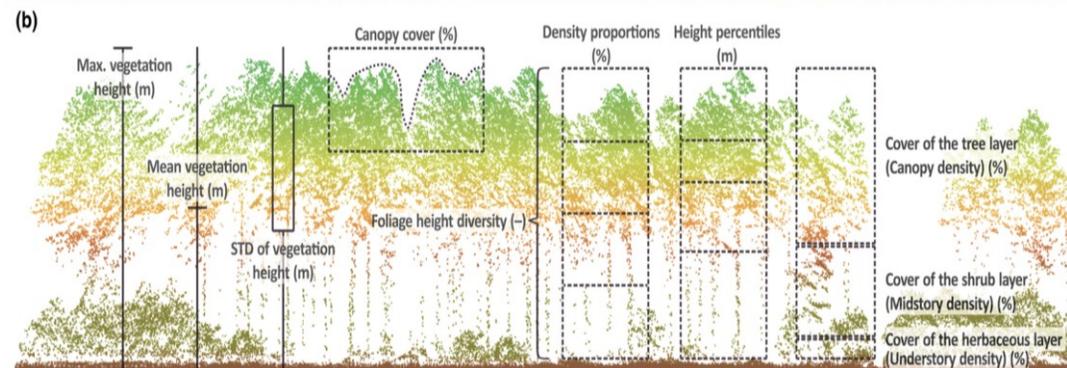


Classificazione dei combustibili



Airborne LiDAR point cloud

Moudrý, -<https://doi.org/10.1111/ddi.13644>



Domingo, D.; de la Riva, J.; Lamelas, M.T.; García-Martín, A.; Ibarra, P.; Echeverría, M.; Hoffrén, R. Fuel Type Classification Using Airborne Laser Scanning and Sentinel 2 Data in Mediterranean Forest Affected by Wildfires. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 3660. <https://doi.org/10.3390/rs12213660>

Mappatura di indicatori di biodiversità

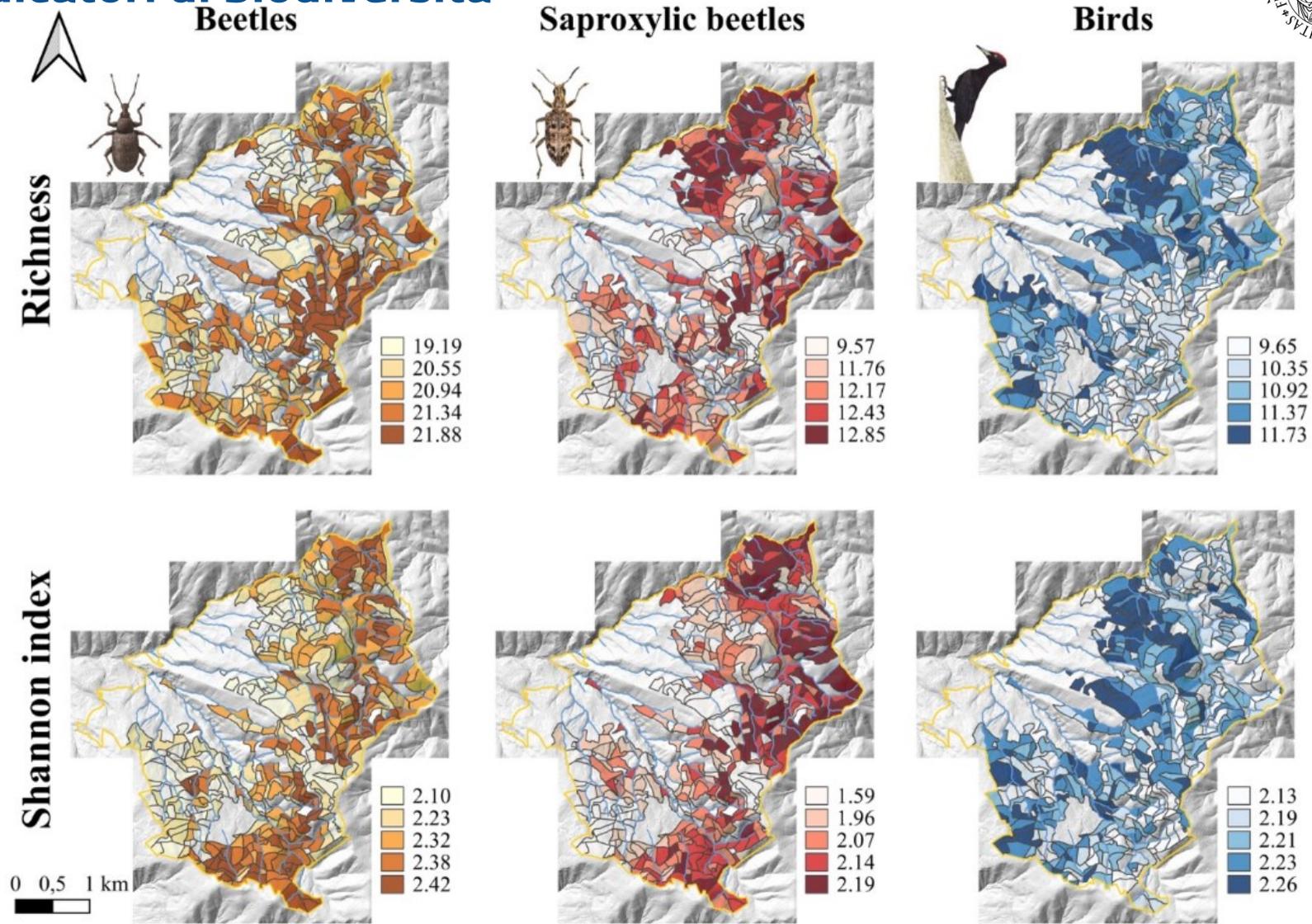


Fig. 2. Biodiversity maps for silver fir and mixed fir-beech stands. Richness (top) and diversity (bottom) of beetle, saproxyllic beetle, and bird species. Values are the mean of pixel values within each stand.

Mappatura del suolo e analisi



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



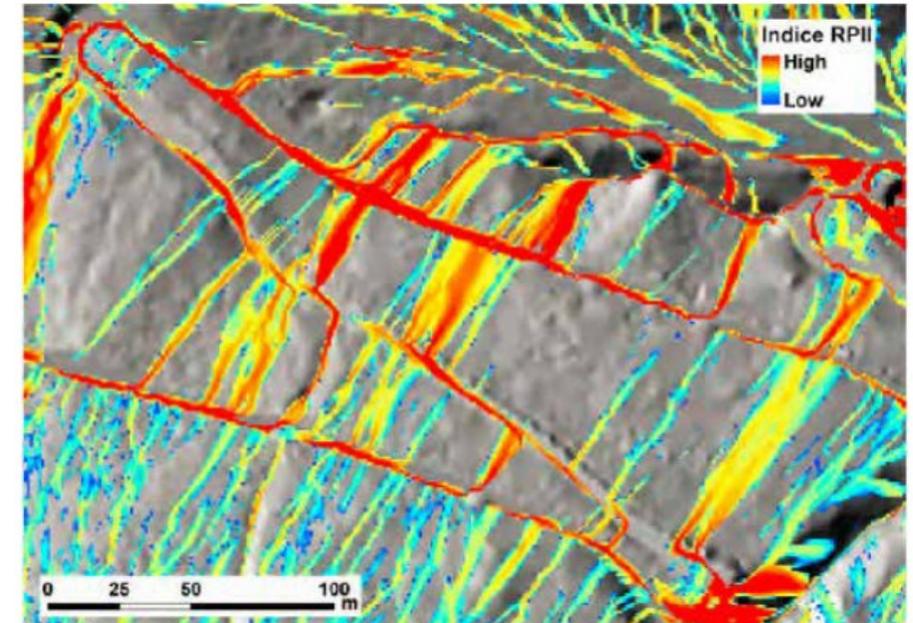
fossi di guardia realizzati sui
Monti Pisani dalla Regione
Toscana per regimare le acque e
ridurre l'erosione dopo l'incendio
del settembre 2018.



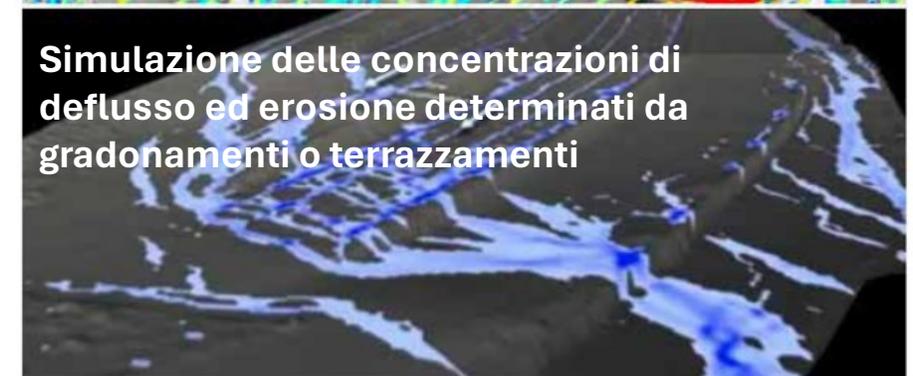
elaborazione del DTM da Lidar per
l'analisi modellistica della loro
efficacia

Calvani 2019

Elaborazioni del DTM per l'analisi modellistica degli effetti della presenza di sentieri o strade forestali



Simulazione delle concentrazioni di
deflusso ed erosione determinati da
gradonamenti o terrazzamenti



Tarolli et al. 2011 e da Pijil et al. 2020

Mappatura dei rinforzi radicali

Legend

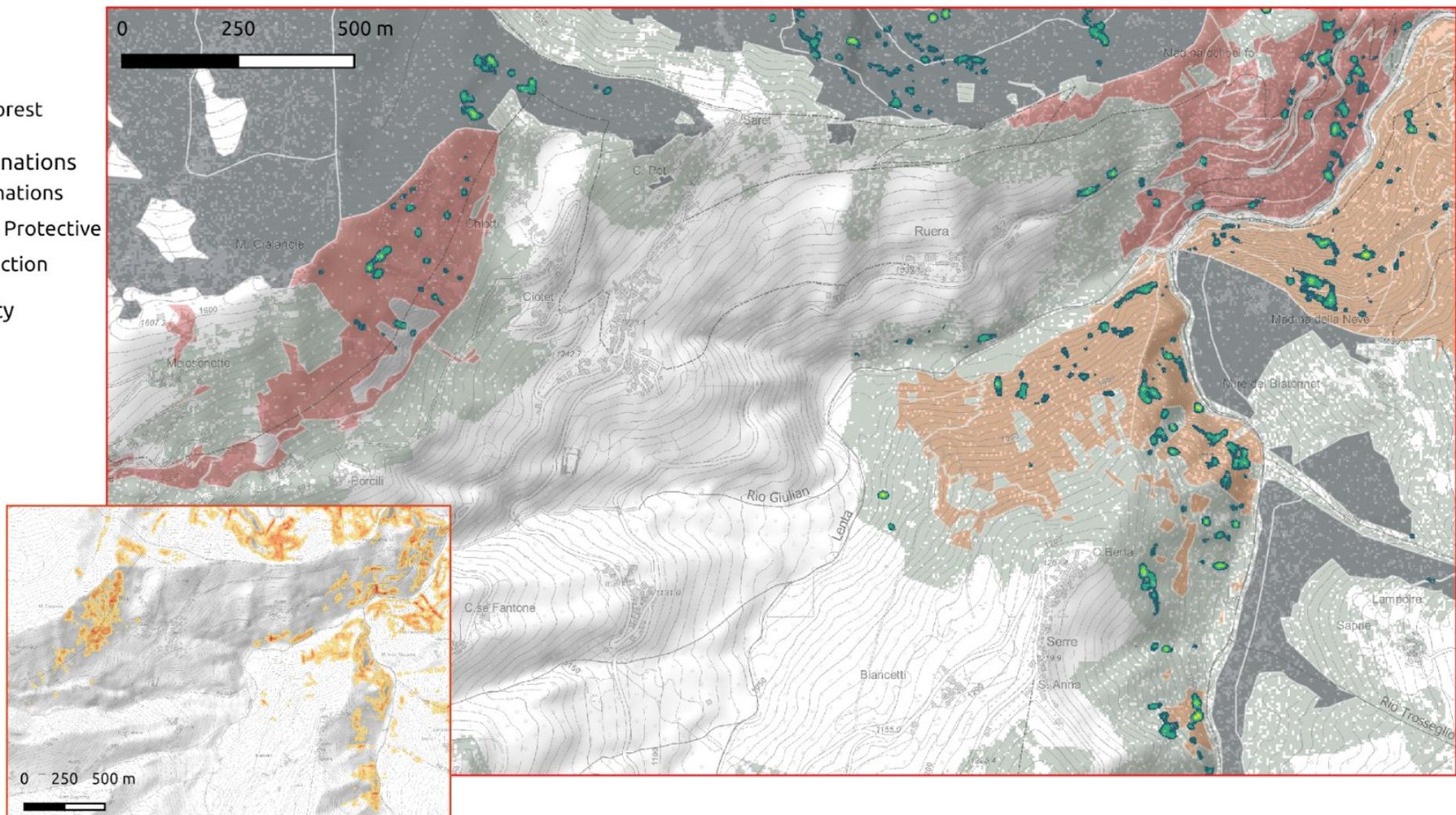
- Simulated forest
- Other destinations
- Productive - Protective
- Direct protection

Failure probability reduction (%)

- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- > 40

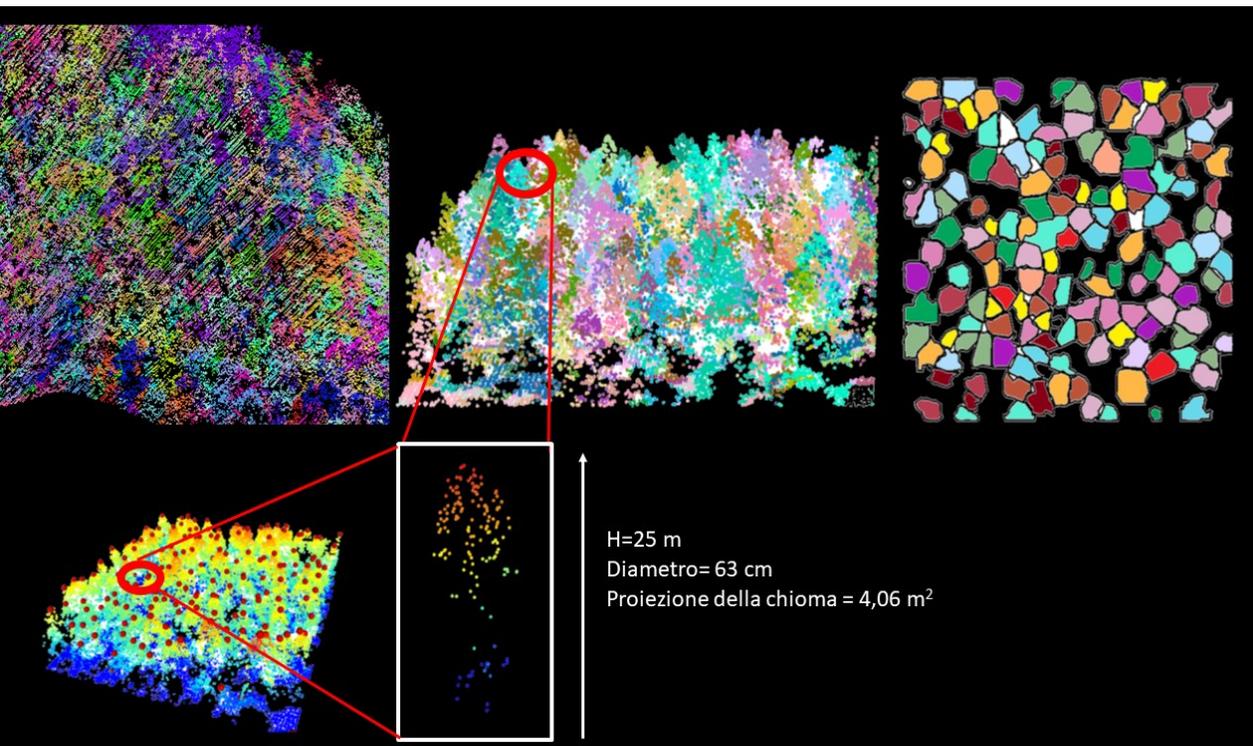
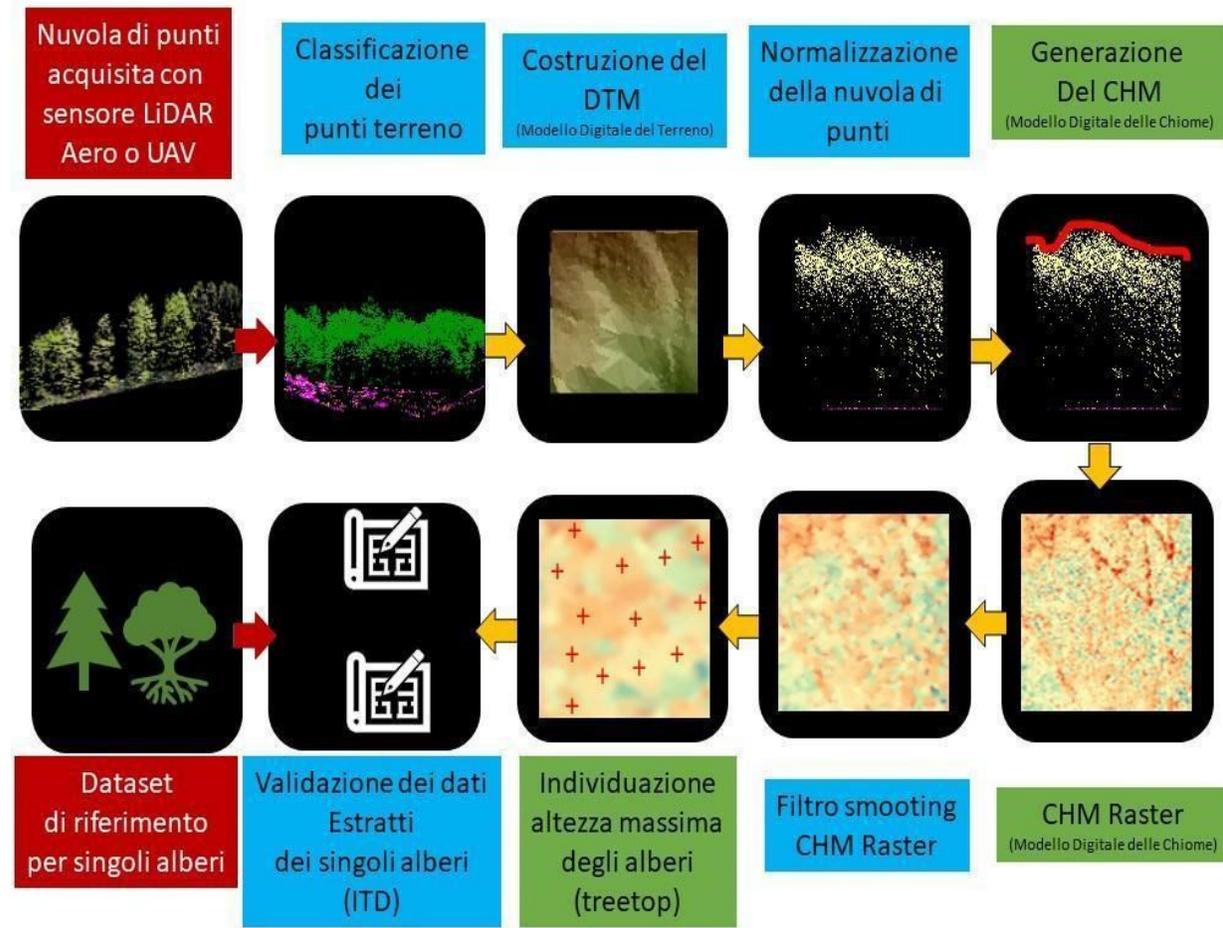
Failure probability (%)

- 0 - 20
- 20 - 30
- 30 - 50
- 50 - 70
- 70 - 80
- > 80



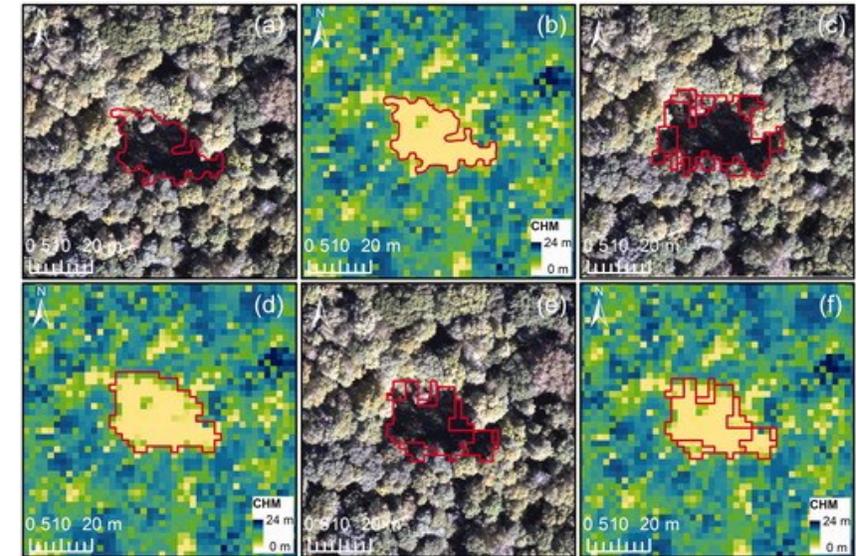
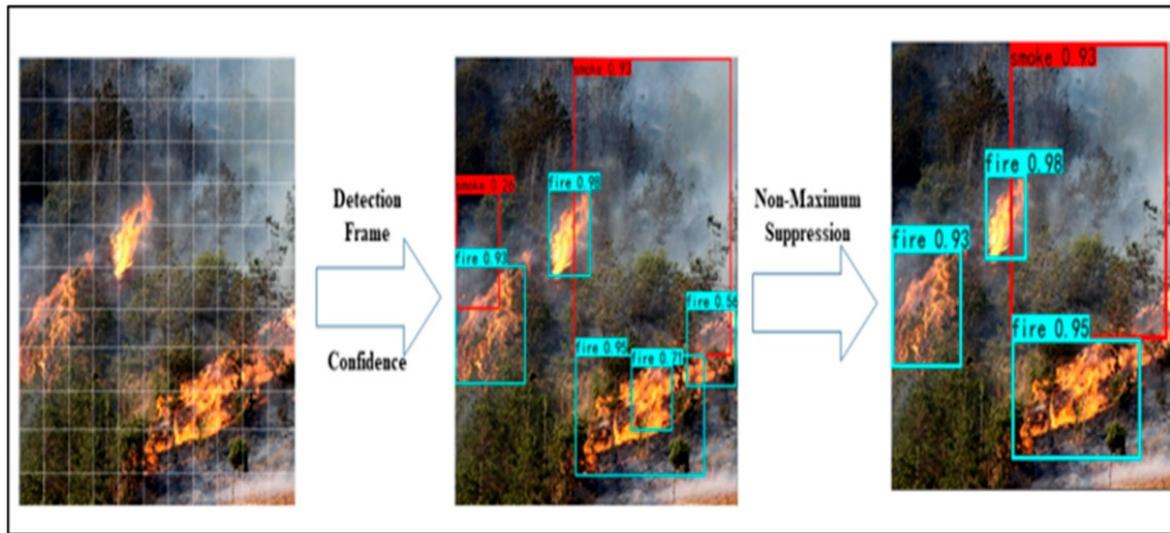
credit: Ilenia Murgia

Approccio single-tree



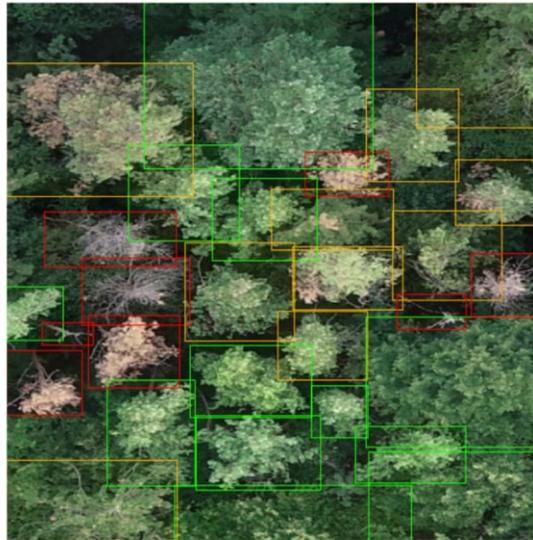
Object detection e Objected oriented

Object Detection: L'object detection nel campo forestale si concentra sulla localizzazione e identificazione precisa degli oggetti d'interesse. È particolarmente utile per applicazioni in tempo reale, come il monitoraggio degli incendi forestali o il rilevamento della fauna selvatica.



Classificazione Object-Oriented: La classificazione object-oriented nell'ambito forestale adotta un approccio più ampio, suddividendo l'immagine in segmenti omogenei e classificando gli oggetti basandosi su attributi multipli.

Object Detection: identificazione di singoli alberi e relativi stati di stress



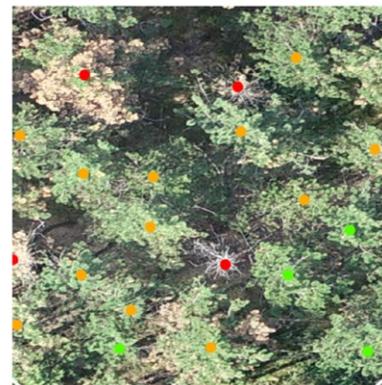
(a)



(b)

YOLO (You Only Look Once):

- **Approccio:** YOLO è un framework di object detection basato su reti neurali convoluzionali.
- **Caratteristiche Principali:** Divide l'immagine in una griglia e predice gli oggetti in tempo reale.



(a)



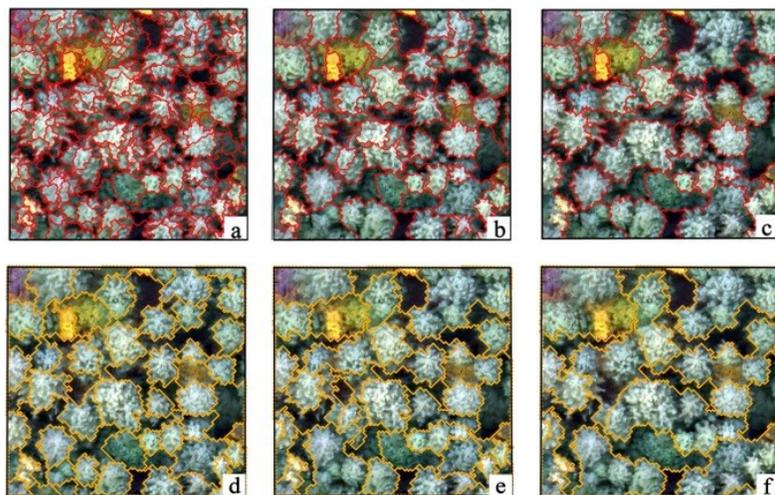
(b)



(c)

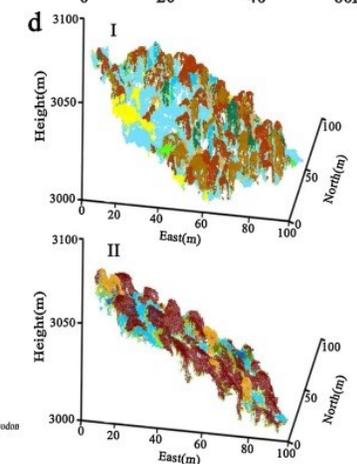
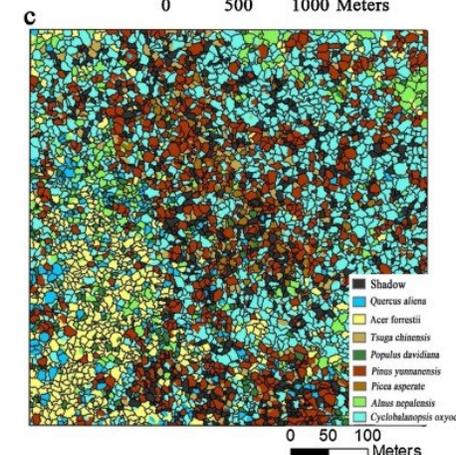
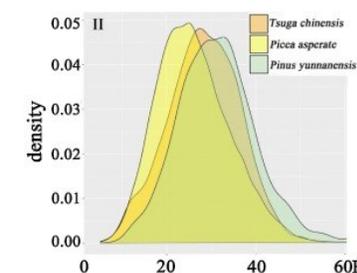
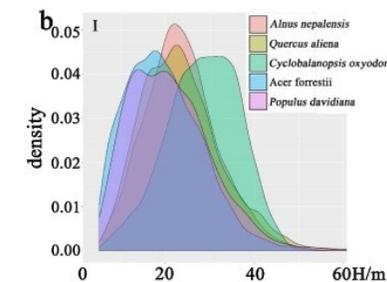
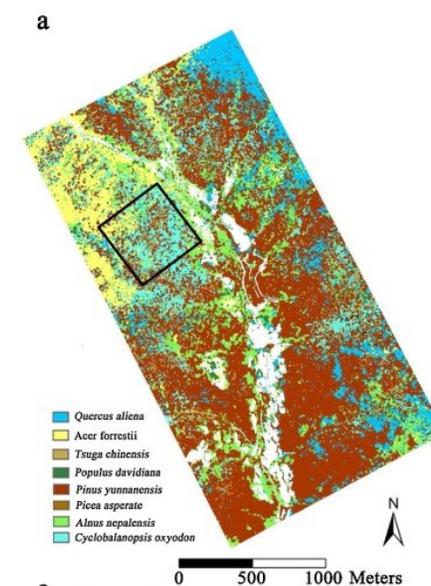
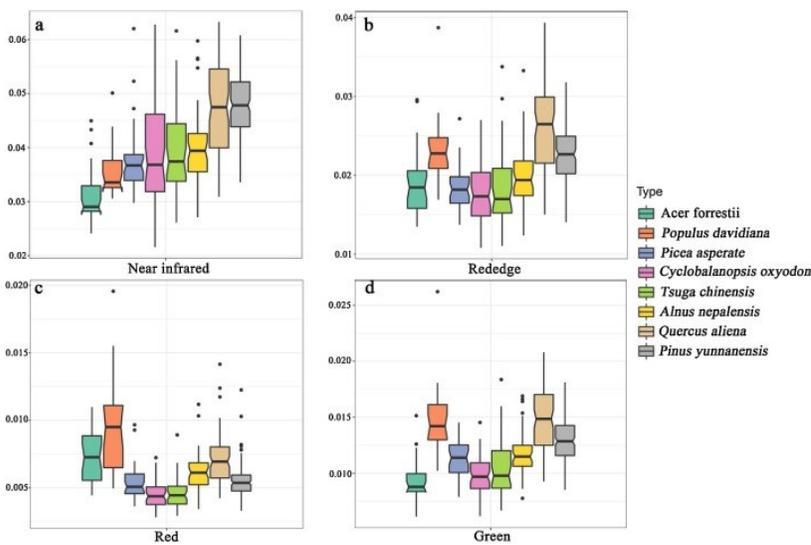


(d)



Classificazione Object-Oriented:

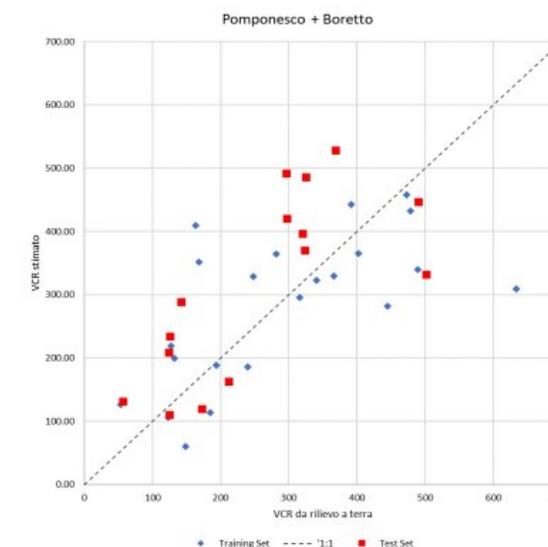
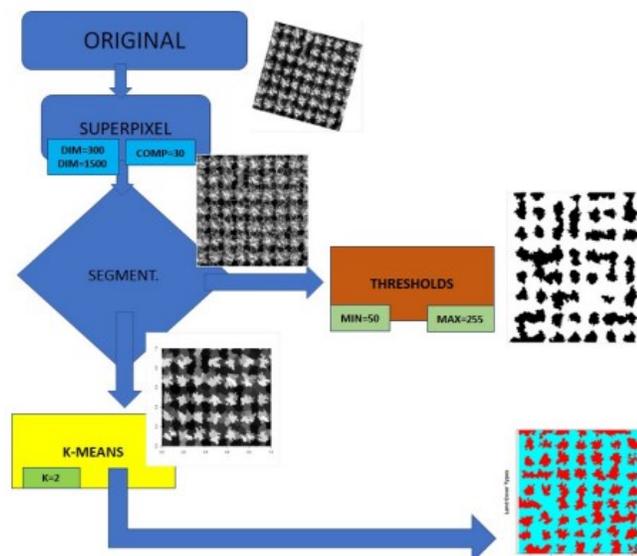
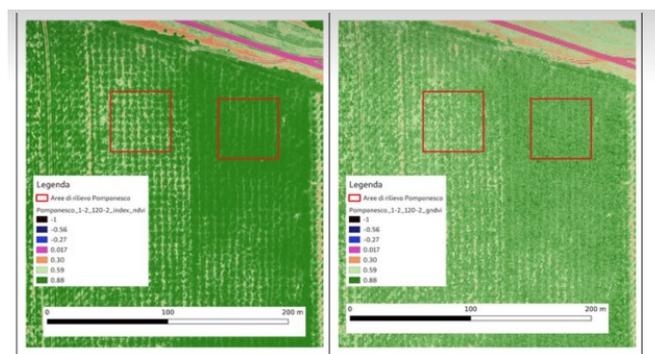
- **Approccio:** Si basa sulla segmentazione delle immagini in oggetti omogenei e sulla successiva classificazione di questi oggetti.
- **Caratteristiche Principali:** Considera attributi spettrali e spaziali per classificare oggetti come regioni omogenee.
- **Utilizzo:** Comunemente utilizzato in telerilevamento per analisi di immagini ad alta risoluzione, come la classificazione del suolo e la mappatura dell'uso del suolo.



I superpixel sono raggruppamenti di pixel in un'immagine che condividono caratteristiche simili come colore, luminosità o texture.

superpixel semplificano l'immagine suddividendola in regioni omogenee. Ciò riduce la complessità computazionale e può facilitare la comprensione delle caratteristiche dell'immagine. I superpixel sono spesso utilizzati come passo preliminare per altre operazioni di elaborazione delle immagini, come il riconoscimento di oggetti o la segmentazione semantica.

Il più comune è il SLIC (Simple Linear Iterative Clustering)



Studio in corso: Brambilla, Romano et al.

Applicazione dei super-pixel per il monitoraggio degli impatti dei cambiamenti climatici Sulla vitalità degli ecosistemi forestali

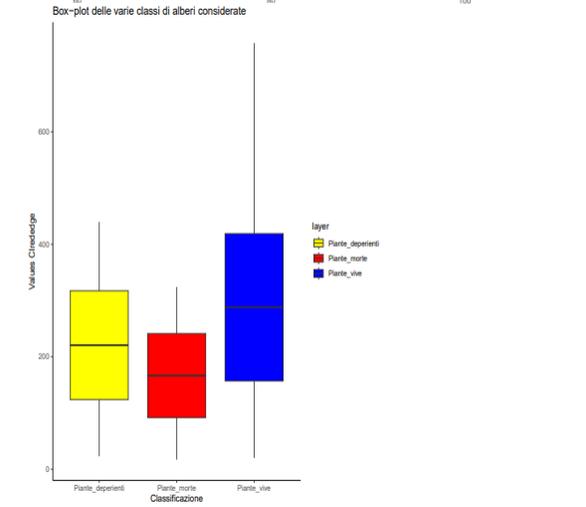
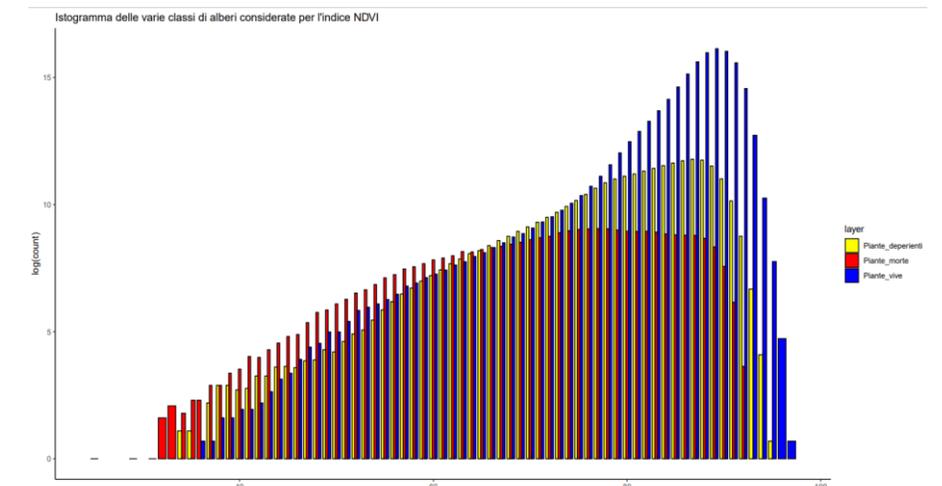
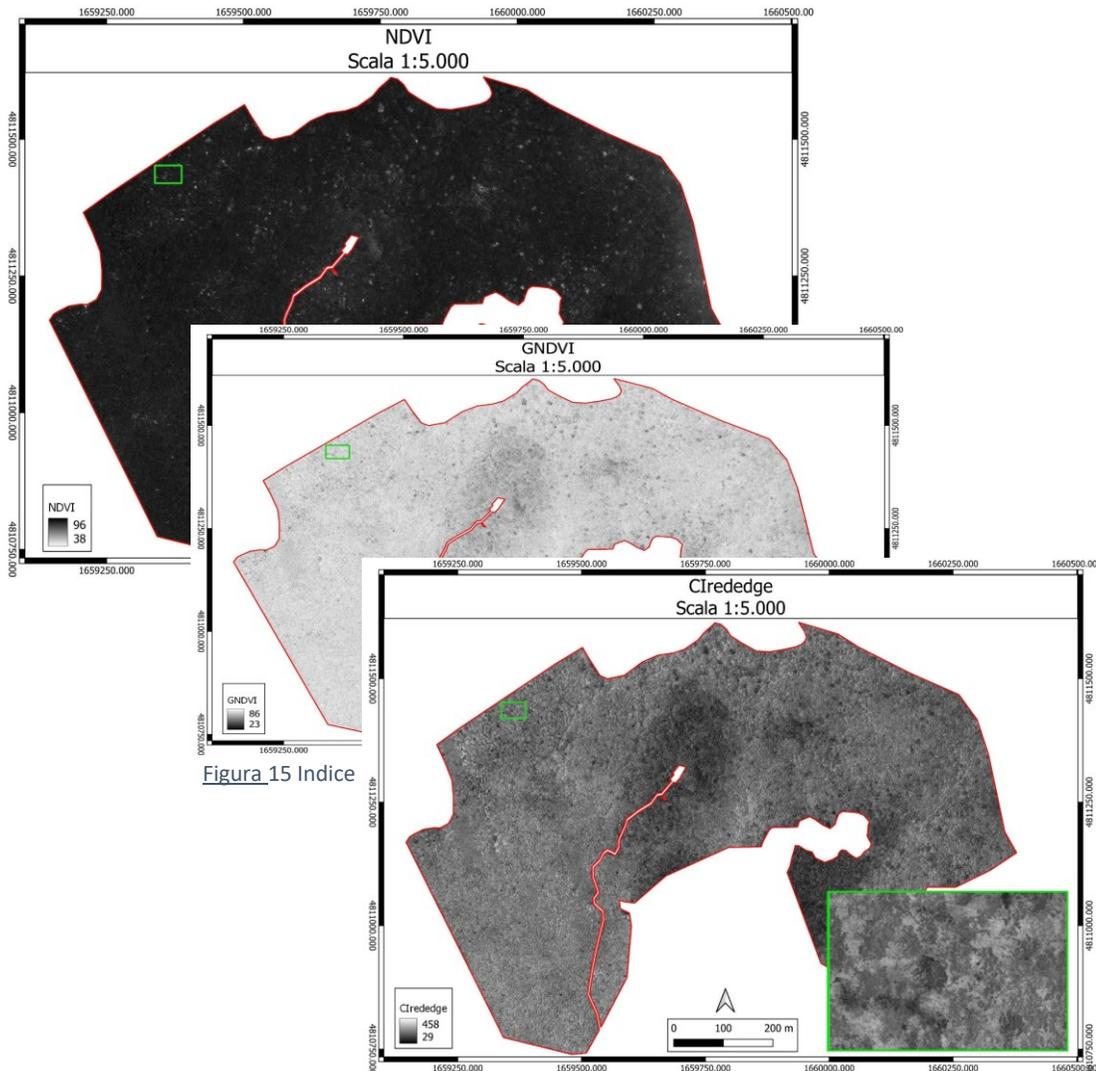


Figura 10 Distribuzione dei valori di Cirededge per le varie classi (V,D,M)

Applicazione dei super-pixel per il monitoraggio degli impatti dei cambiamenti climatici sulla vitalità degli ecosistemi forestali

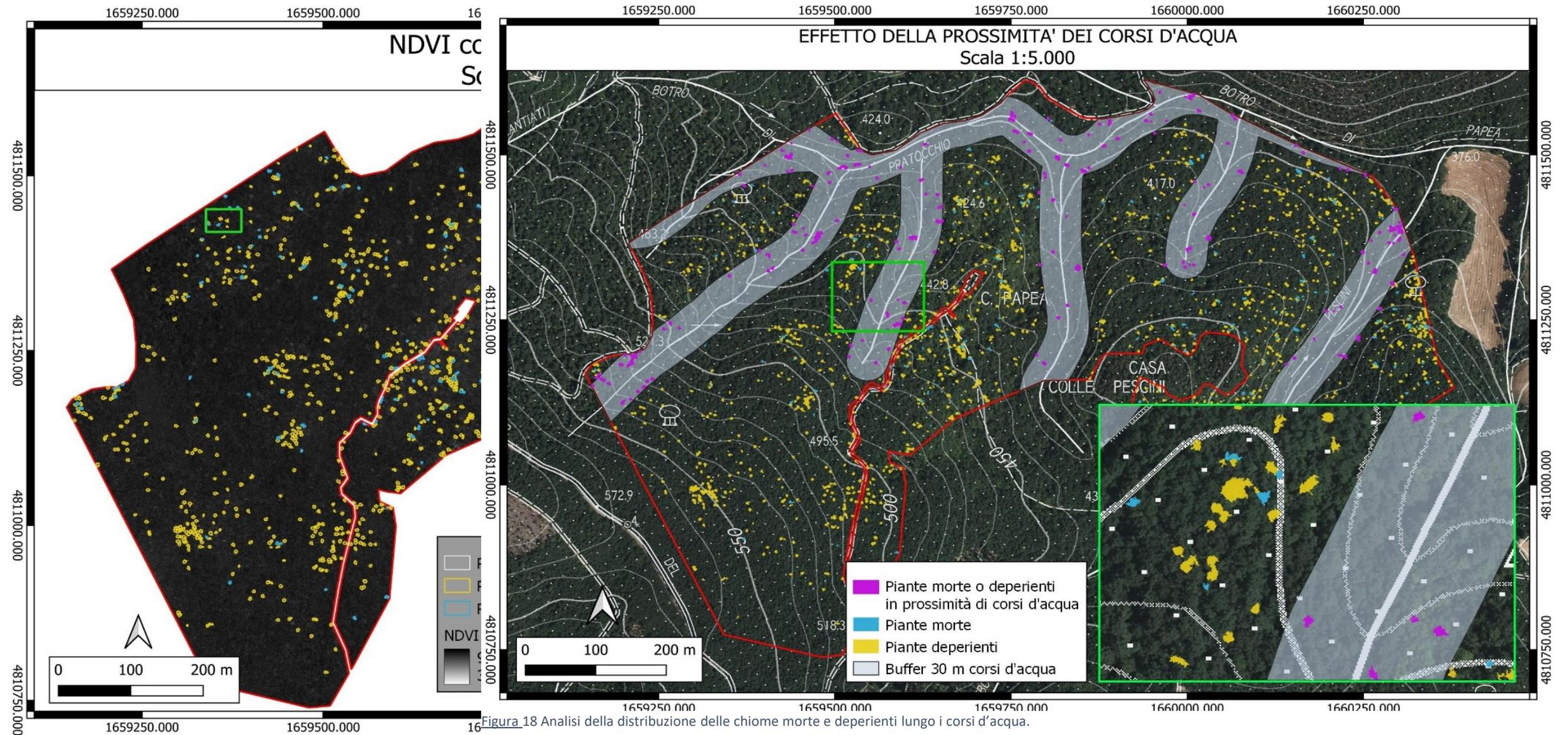
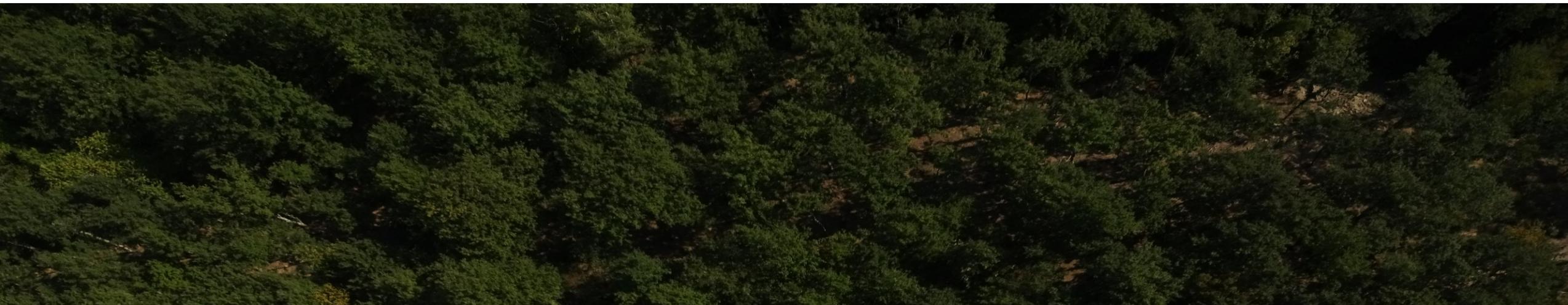


Figura 18 Analisi della distribuzione delle chiome morte e deperienti lungo i corsi d'acqua.

Take Home Message e sfide future

- Non sono tanto i sensori che ormai hanno raggiunto tecnologie avanzatissime che fanno la differenza ma la velocità e la precisione con cui i dati vengono elaborati
- Necessità di integrare più algoritmi e procedure per ottenere un risultato accurato
- Non soltanto si possono mappare le classiche variabili assestamentali ma in un'ottica di gestione multiobiettivo anche variabili legate alla biodiversità possono essere mappate utilizzando dati telerilevati LiDAR e da drone
- L'immagine vision ha radicalmente cambiato negli ultimi 4 anni il modo di operare con le immagini da drone e c'è la necessità di sviluppare ed integrare i dati con analisi complesse
- La possibilità di utilizzare i droni consente monitoraggi continui. L'utilizzo delle camere multispettrali consente di acquisire più informazioni spettrali che sono utili soprattutto quando si utilizzano approcci di segmentazione e object-oriented
- Una copertura nazionale LiDAR è auspicabile



Grazie dell'attenzione

Francesca Giannetti
francesca.giannetti@unifi.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



laboratory of forest geomatics