



Università degli studi di Ferrara

Corso di laurea in Tecnologie Agrarie e Acquacoltura del Delta

Fotogrammetria aerea per lo studio e la classificazione della vegetazione acquatica nella laguna di Caleri

Relatore:

Prof. Fabio Mantovani

Correlatrice:

Dott.ssa Virginia Strati

Laureando:

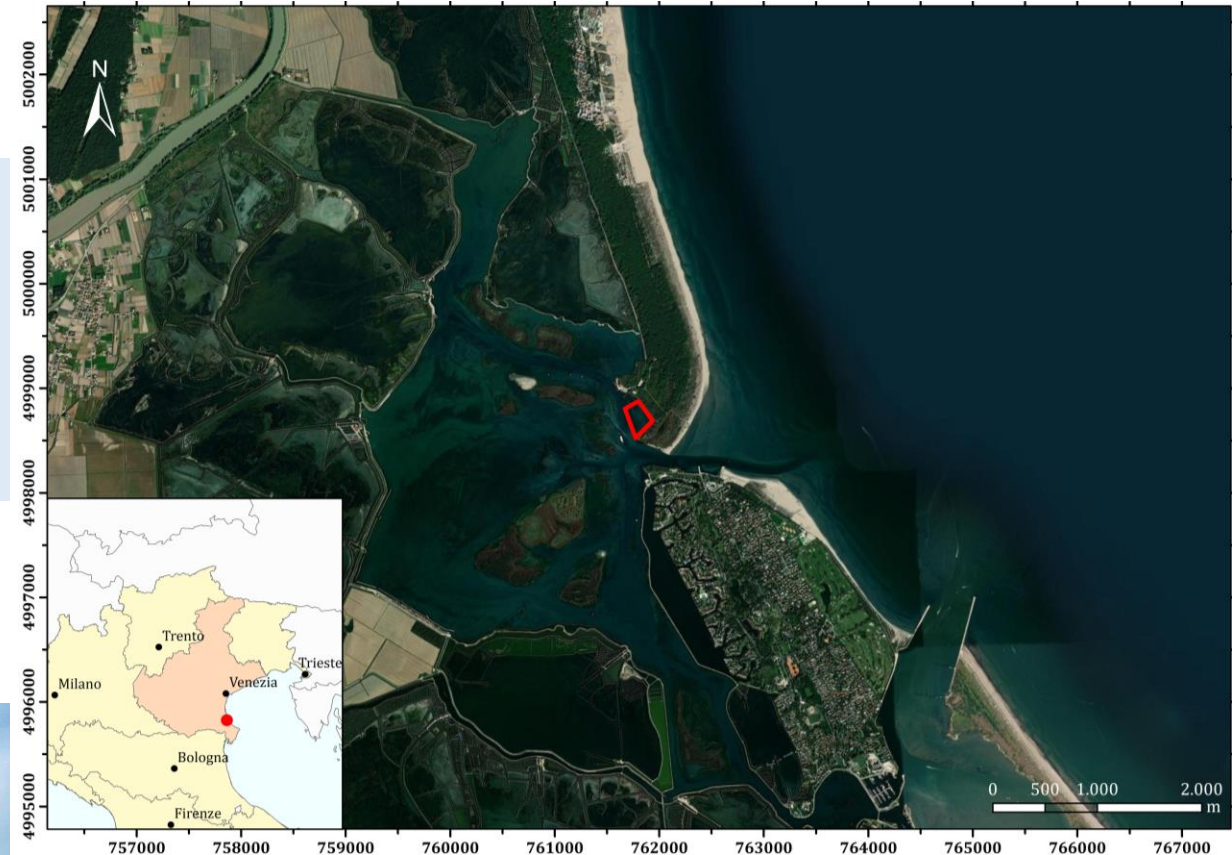
Michele Padoan

Anno accademico 2022 – 2023

Obiettivi

Area di studio: porzione di 7 ha della laguna di Venezia che si trova presso la località Porto Caleri (RO).

- I. **Classificazione automatica** della vegetazione acquatica lagunare.
- II. **Monitoraggio** delle fanerogame acquatiche (*Zostera noltei*) trapiantate nella laguna.



- Metodologia: realizzazione di **rilievi multitemporali** tramite **drone** per l'acquisizione di **foto aeree ad altissima risoluzione**.

Vantaggi della fotogrammetria aerea

- **Pianificazione** dei voli da eseguire automaticamente.
- **Nessuna perturbazione** dell'ambiente.
- Il **drone** utilizzato è il DJI Mavic Air 2S.
- **Fotocamera** da 20 MP.



Realizzazione dei rilievi fotogrammetrici

Sono stati realizzati **4 rilievi** durante le diverse **fasi dei trapianti** avvenuti a **novembre 2022** e **giugno 2023**.

Esecuzione di due tipologie di voli a **quote differenti** per raggiungere due **obiettivi differenti**.

- **Visione d'insieme di tutta l'area di studio ->**

Quota: 50/70 m; **Risoluzione:** 13.3 mm/pixel; **N. fotogrammi** per volo: ~ 600

- **Focus sull'area dei trapianti ->**

Quota: 7/10 m; **Risoluzione:** ~ 2 mm/pixel; **N. fotogrammi** per volo: ~ 400

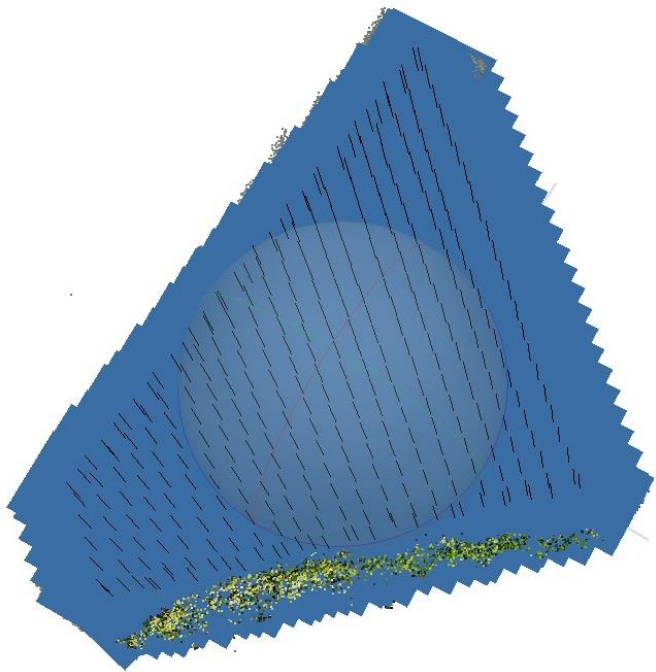


	Data	Quota [m]						Fase	Obiettivo
		Volo A	Volo B	Volo C	Volo D	Volo E	Volo F		
1	22/03/2022	50	70	10	-	-	-	FASE 0	Monitoraggio area pre-trapianti
2	16/03/2023	50	10	10	10	10	-	FASE 1	Monitoraggio area post trapianti di novembre 2022
3	15/05/2023	50	10	10	10	5	7		
4	06/08/2023	50	7	7	7	7	-	FASE 2	Monitoraggio area post trapianti di giugno 2023

Realizzazione degli ortomosaici

L'ortomosaico si ottiene dall'**unione** di **immagini** aeree ad **alta risoluzione** dopo un processo di **correzione** delle distorsioni. Offrono una visione dell'intera area con una **risoluzione maggiore** di una singola foto aerea con lo stesso campo visivo.

- Il procedimento prevede l'**allineamento** delle foto, la **georeferenziazione** tramite **marker** della **nuvola di punti**, e la costruzione di un modello 3D per poi realizzare l'ortomosaico.
- Valutata l'**accuratezza** della **georeferenziazione** con Google Earth.

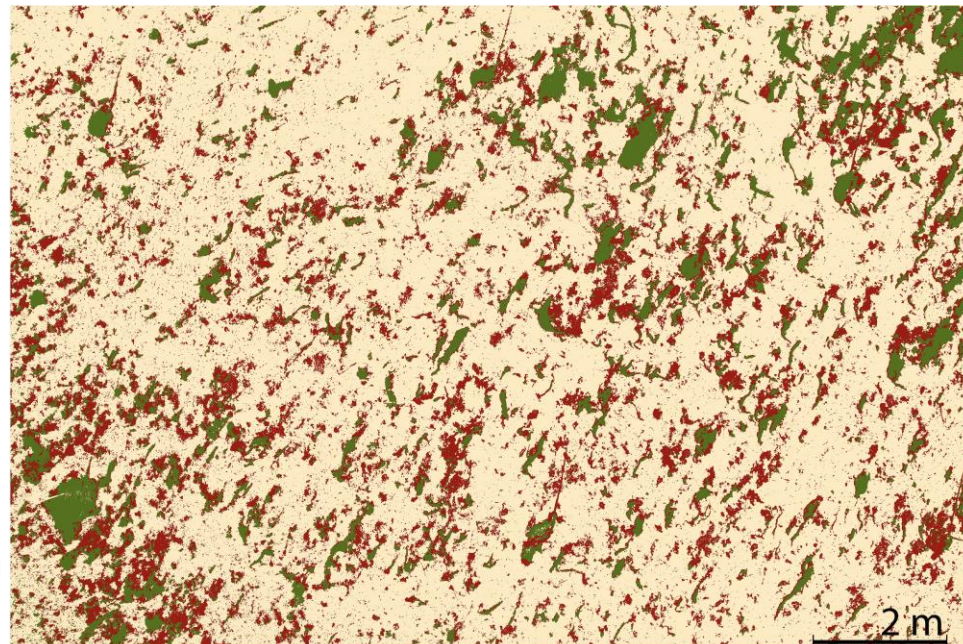
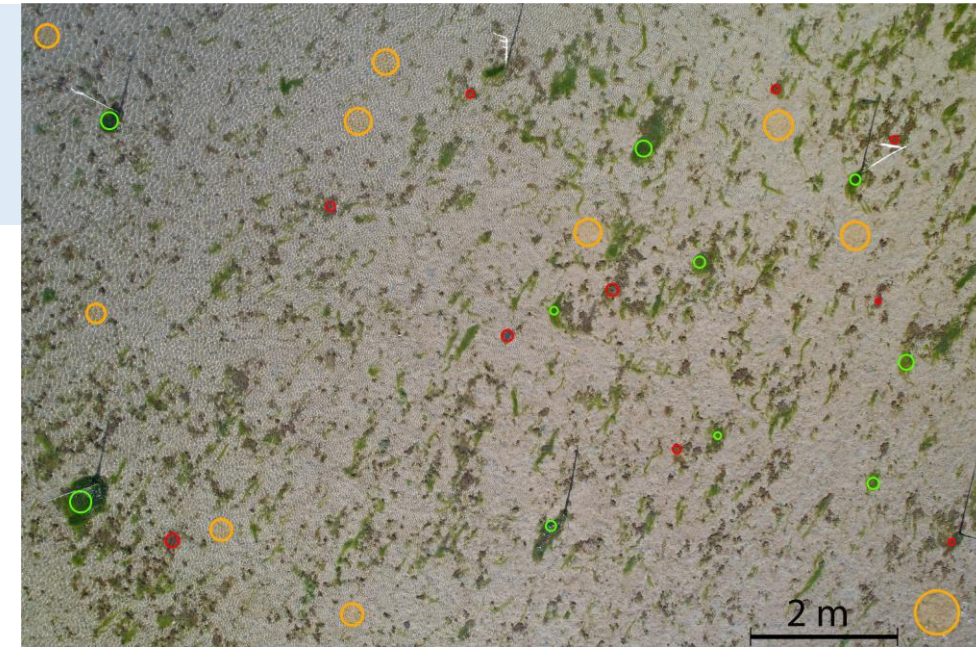


Maximum Likelihood Classification (MLC)




Il MLC è un metodo di **classificazione supervisionata** che assegna i **pixel** dell'immagine **alle varie classi** basandosi sui **valori RGB** dei campioni indicati.

- I. Scelta delle **classi** [Alghe verdi, alghe rosse, fondale].
- II. Digitalizzazione **aree** di interesse da fornire come **campioni** rappresentativi delle classi (N. 20 per classe).





Output: 1) **mappa in falsi colori** e dalla 2) **mappa di confidenza** con l'accuratezza della classificazione.

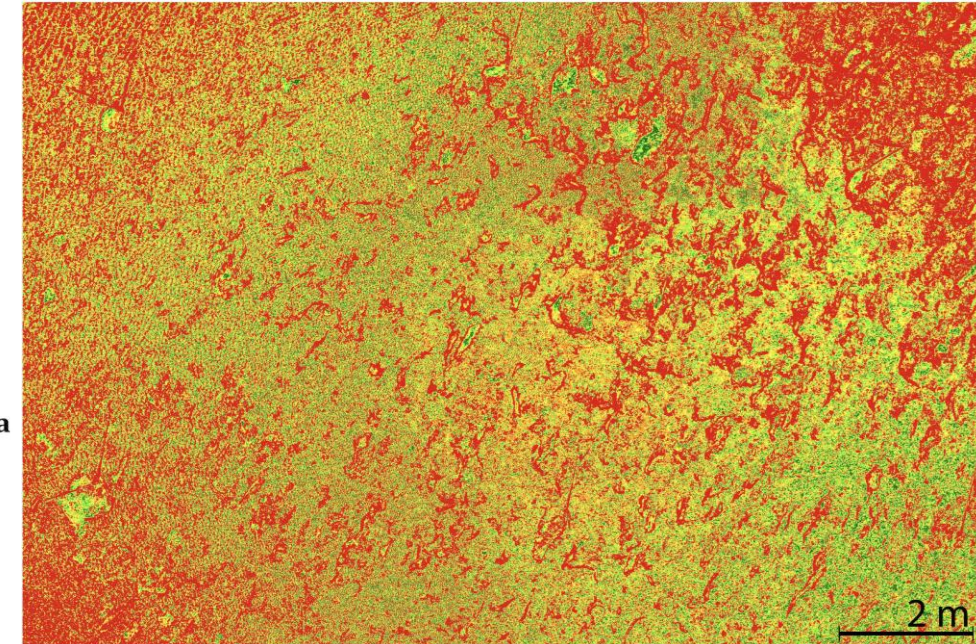


Classi

	Alghe verdi
	Alghe rosse
	Fondale

Livello di confidenza

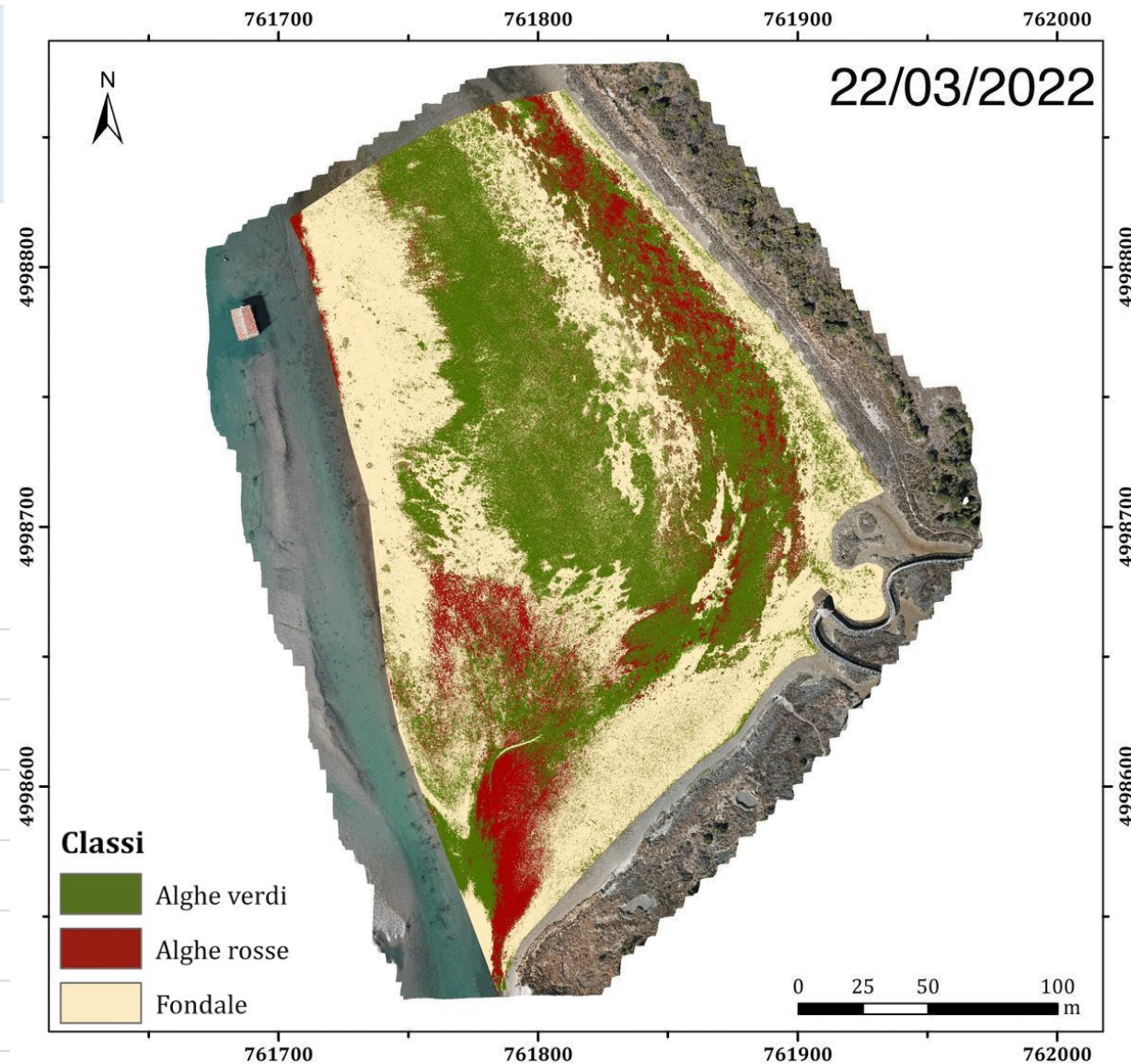
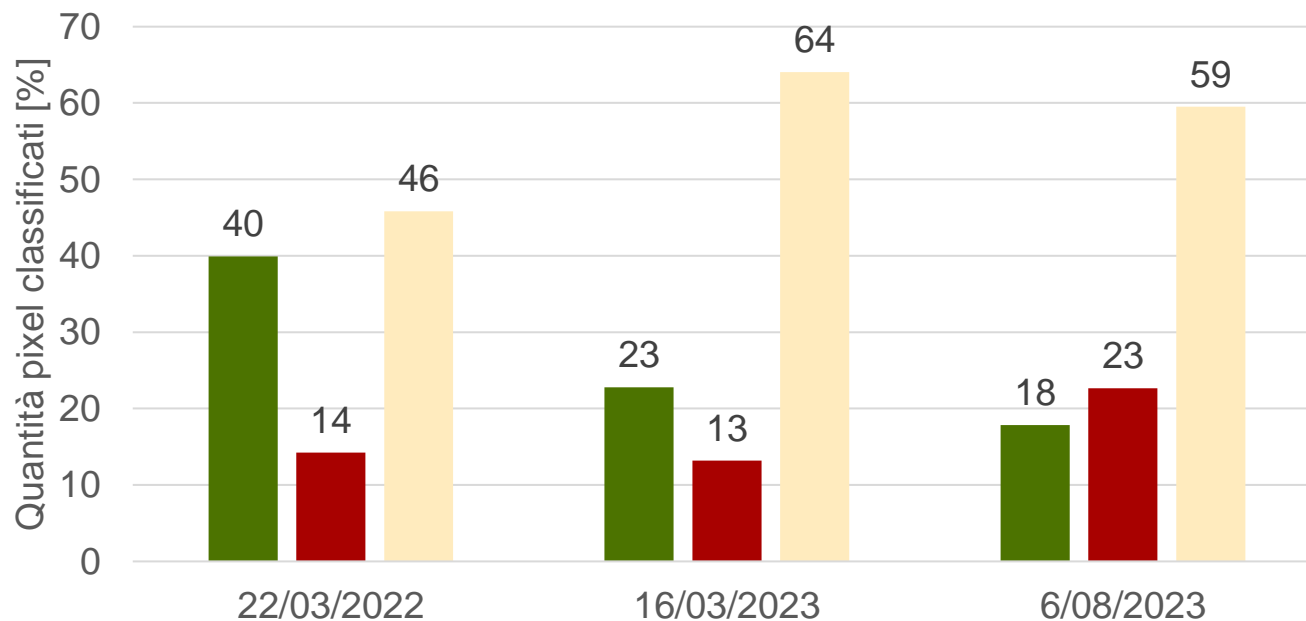
	90 - 100%
	75 - 90%
	50 - 75%
	25 - 50%
	0 - 25%



Classificazione degli ortomosaici

Obiettivo: valutazione delle **variazioni** nella **vegetazione nel corso del tempo**.

- **Diminuzione** del 13% della copertura algale: dal **54%** del 22/03/2022 al **41%** del 06/08/2023.
- **Diminuzione** delle **alghe verdi** dal 40% al 18%, ed **aumento** delle **alghe rosse** dal 14% al 23%.



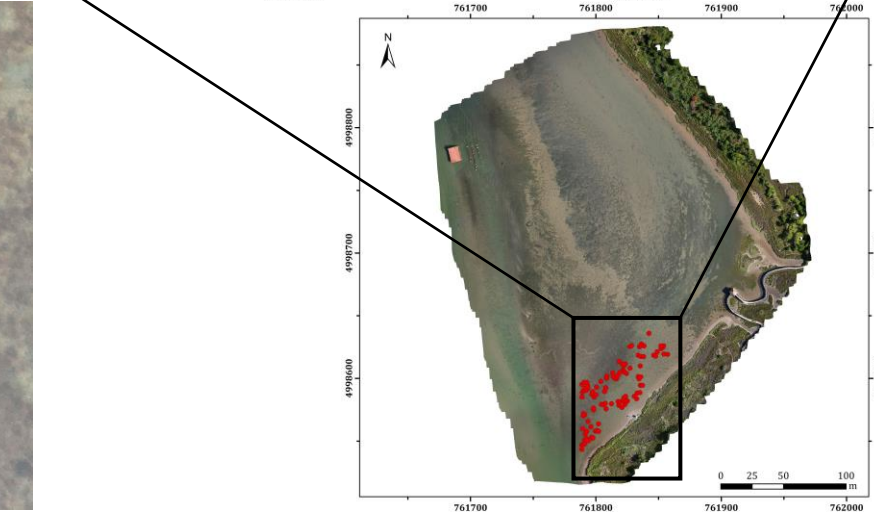
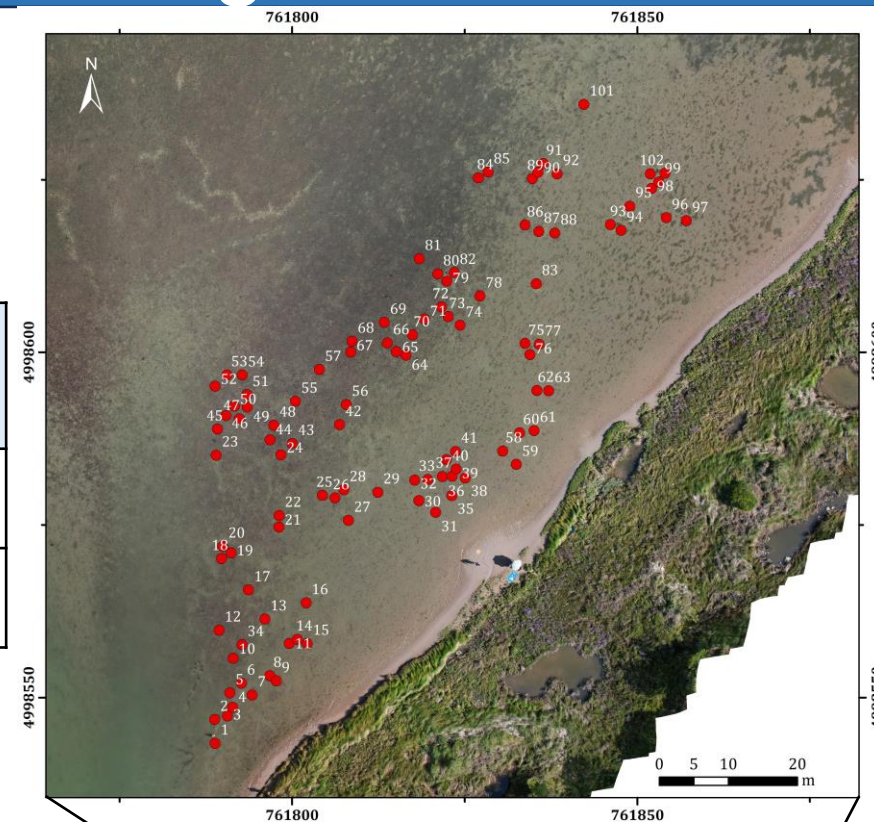
Rilevamento manuale delle fanerogame

Sono stati analizzati **2 rilievi**:

- **15/05** (Fase 1) effettuato **dopo** gli **80 trapianti** del **Novembre 2022**.
- **06/08** (Fase 2) effettuato **dopo** gli ulteriori **90 trapianti** del **Giugno 2023**.

Rilievo	Fanerogame presenti	Fanerogame rilevate	Rilevamento	Fase fenologica
15/05/23	80	8	10 %	Ripresa vegetativa
06/08/23	170	102	60 %	Apice sviluppo

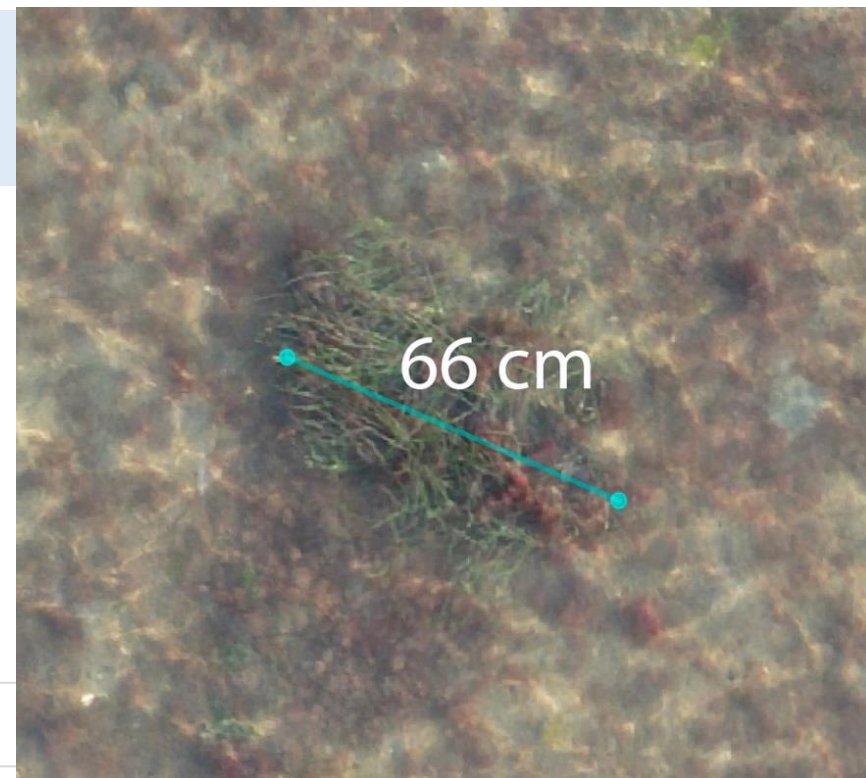
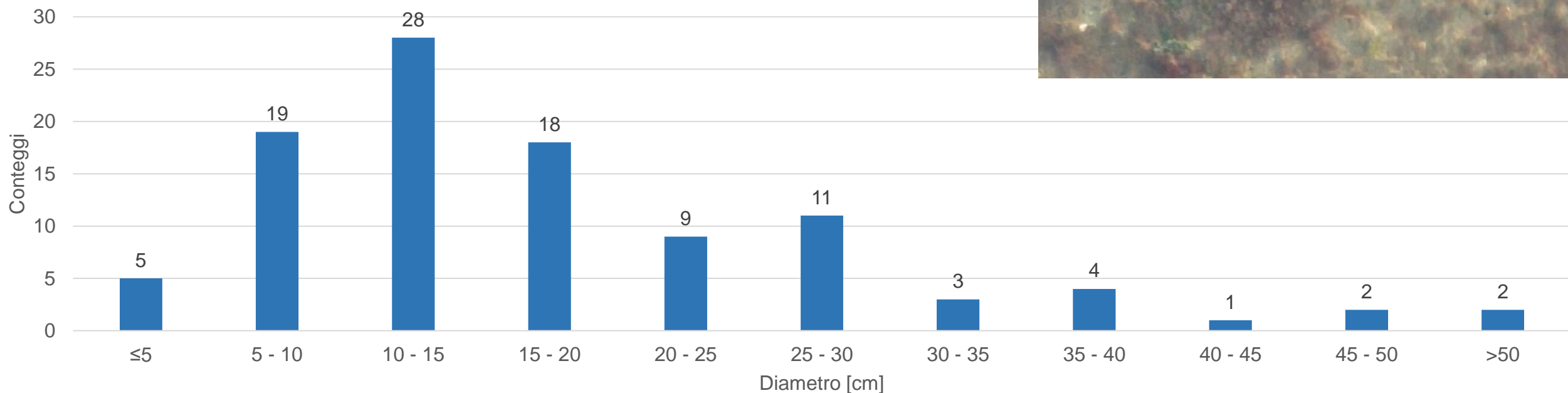
- Ogni **fanerogama** rilevata è stata **georeferenziata** sull'ortomosaico del 06/08 e ne sono state acquisite le **coordinate geografiche**.



Monitoraggio dello stato di crescita delle fanerogame

Valutazione dello **stato di crescita** di ogni fanerogama **misurando manualmente** il diametro della zolla.

- L'**istogramma** di frequenza ha una forte **asimmetria positiva**: il valore mediano è 15 cm.
- Il **50%** ha un diametro compreso **tra 10 e 25 cm**.
- Solo il **5%** ha un diametro **< 5 cm**.
- Il **5%** ha un diametro **> 40 cm**.



Conclusioni

Entrambi gli **obiettivi** (**classificazione della vegetazione** e **rilevamento delle fanerogame**) sono stati **raggiunti**.

- I voli effettuati a **quote maggiori (50 m)** hanno permesso di ottenere **ortomosaici accurati** per la **classificazione** della **copertura vegetale** della laguna utilizzando un metodo di **classificazione supervisionata** (Maximum Likelihood Classification).
- I voli effettuati a **quote minori (10 m)** hanno permesso di **rilevare e georeferenziare 102 fanerogame** (60% delle fanerogame trapiantate).
- La **georeferenziazione** delle fanerogame permetterà in caso di studi futuri di valutarne la **crescita di ciascuna**.
- In prospettiva futura, **rilievi multispettrali** e algoritmi di analisi di **machine learning** potranno essere integrati per **classificazioni più raffinate** e **rilevamento automatico** delle fanerogame.





**GRAZIE
PER
L'ATTENZIONE**