



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea in Tecnologie Forestali e Ambientali

Dinamica della colonizzazione arborea nelle
zone umide della laguna di Venezia:
il caso di Valle Averte

Relatore
Prof. Tommaso Anfodillo
Correlatore
Stefano Borella

Laureanda
Zagato Nicole
Matricola n. 1192439

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

RIASSUNTO	4
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUZIONE.....	8
2. MATERIALI E METODI	12
2.1. Area di studio e aspetti climatici	12
2.2. Aspetti vegetazionali e pedologici	13
2.3. Analisi statistica dei campioni.....	18
3. RISULTATI	20
3.1. Sito A.....	20
3.1.2 Accrescimento altezza e diametro medio sito A.....	23
3.2. Sito B.....	26
3.2.1 Accrescimento altezza e diametro medio nel tempo sito B	29
4. SOPRAVVIVENZA	33
5. DISCUSSIONE	36
6. BIBLIOGRAFIA	40

RIASSUNTO

I sistemi ecotonali, come gli ecosistemi litoranei, presentano un'elevata dinamicità ed instabilità, determinati da fenomeni quali maree, mareggiate e, recentemente, cambiamenti del clima. Pertanto occorre individuare strumenti adeguati per il monitoraggio e la tutela di tali sistemi.

Valle Averte, situata nella laguna di Venezia, è l'unico luogo della laguna tutelato dalla Convenzione Internazionale sulle zone umide e nel quale si trova la presenza di habitat prioritari come, ad esempio, la foresta alluvionale di *Alnus glutinosa*. Grazie al progetto LIFE FORESTALL, si è cercato di capire se fosse possibile ripristinare questo habitat con la messa a dimora di individui di tre specie arboree (*Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* e *Ulmus minor*) in due aree distinte (denominate rispettivamente sito A e sito B).

Sono stati misurati, con cadenza settimanale, l'altezza, il diametro e la sopravvivenza delle piantine (20 per specie per sito) in relazione alle caratteristiche ed alla presenza della componente erbacea. I risultati hanno evidenziato l'elevata sensibilità delle piante messe a dimora all'affioramento della falda, in particolare nel sito B. Nel sito A la sopravvivenza è stata del 93% con altezza media di 140,20 cm ($\pm 15,81$) per *A. glutinosa*, 75,5 cm ($\pm 14,87$) per *F. angustifolia* e 53,4 cm ($\pm 17,76$) per *U. minor* alla fine della stagione vegetativa.

Nel sito B la sopravvivenza è stata molto inferiore (circa 33%) con medie di altezze rispettivamente di 110,20 cm ($\pm 21,57$), 64,4 cm ($\pm 8,51$) e 67,40 cm ($\pm 9,93$) per le tre specie.

In conclusione il sito A è risultato idoneo per la riforestazione e sono stati suggeriti interventi di tipo meccanico per la diminuzione della competizione dello strato erbaceo. Il sito B non è risultato idoneo a causa della presenza di acqua di falda superficiale che ha provocato asfissia radicale.

ABSTRACT

Ecotones, like the coastal ecosystems, present a high level of dynamism and instability, determined by phenomena such as tides, storm surges and, recently, climate change. Therefore, it is necessary to identify suitable tools for monitoring and protecting these ecosystems.

Valle Averte, located in Venice lagoon, is the only place in the lagoon protected by the International Convention on Wetlands. Valle Averte is characterized by the presence of priority habitats, such as the alluvial forest of *Alnus glutinosa*. Thanks to the LIFE FORESTALL project, this particular habitat was analysed to demonstrate if it was possible to restore it by planting different tree species. The selected tree species (*Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* and *Ulmus minor*) were planted in two distinct areas (respectively site A and site B)

The height, diameter and survivorship of the seedlings (20 individuals each species) were measured on a weekly basis in relation to the characteristics and the presence of the herbaceous plants. The results highlighted the high sensitivity to groundwater outcropping, particularly in site B. In site A, the survival rate was 93%, with an average height of 140.20 (± 15.81) for *A. glutinosa*, 75.5cm (± 14.87) for *F. angustifolia* and 53.4cm (± 17.76) for *U. minor* at the end of the growing season.

In site B survival was much lower (about 33%) with mean heights of 110.20cm (± 21.57), 64.4cm (± 8.51) and 67.40cm (± 9.93) respectively for the three species.

In conclusion, site A was found to be suitable for reforestation; mechanical interventions were suggested to reduce the competition of the herbaceous plants. Site B, on the contrary, was not suitable due to the presence of surface groundwater which caused roots anoxia.

1. INTRODUZIONE

Le zone umide insieme a laghi, acque sorgive, lagune e stagni costieri rappresentano una rete complessa di ecosistemi collegati tra loro attraverso canali, torrenti e fiumi. Esse sono caratterizzate non solo da differenze idro-geo-morfologiche, ma anche da biodiversità di habitat e specie (Viaroli, 2014)

Anche gli ecosistemi litoranei, dunque, sono “una lenta e spontanea evoluzione nel corso della quale, per progressive sostituzioni floristiche, più raggruppamenti vegetali si succedono nel medesimo punto d’osservazione” (Pirola., 1970).

Generalmente, la successione è caratterizzata da stadi di formazioni erbacee, arbustive e infine arboree, dette sere. Ogni fase distinta nella dinamica di vegetazione costituisce uno stadio serale (Smith, 2017). Le prime specie che si instaurano in una successione sono le specie pioniere, caratterizzate da tassi di crescita elevati, dimensioni piccole, elevata capacità di dispersione ed, in genere, intolleranza l’ombra. Successivamente possono crescere le specie definitive, caratterizzate da tassi di crescita più bassi, dimensioni dei semi maggiori, maggiore longevità ed elevata tolleranza all’ombra. L’elevata dinamicità e instabilità degli ambienti costieri rappresentano numerose difficoltà gestionali.

Nell’alto Adriatico, a partire dagli inizi del secolo scorso, furono messe in atto numerose operazioni di bonifica e trasformazione fondiaria che portarono alla quasi completa distruzione degli ecosistemi litoranei primigeni costituiti prevalentemente da foreste planiziali (Corrò, 2020). Da alcuni decenni, tuttavia, queste zone relitte sono state riconosciute importanti e sono state messe in atto anche azioni per il ripristino della vegetazione primigenia. (Grasso *et al*, 2022).

In questo lavoro si è cercato di monitorare il successo di alcune di queste azioni di ripristino effettuate presso la Riserva Naturale Statale Oasi WWF di Valle Averte. L’area oggi denominata “Oasi Valle Averte” fu soggetta a interventi antropici collegati allo sviluppo dell’attività portuale, marittima e fluviale. Solo nel 1983 iniziarono le prime azioni di tutela per opera di WWF Italia al fine di preservare habitat frammentati e degradati. (Rallo e Semenzato, 1990.)

Questi ambienti litoranei sono definiti “di transizione” dove l’insieme di acque dolci, salate, salmastre originano mosaici di habitat diversi. Proprio per la loro complessa natura, questi ecosistemi hanno particolare valenza paesaggistica e naturalistica. (Lupia *et al*, 2013). La vegetazione sviluppata in quest’area è spontanea, dipendente dal clima e dalla varietà delle acque che la circondano e attraversano. In particolare, sono presenti specie tipiche di ambienti aridi quali litorali sabbiosi, vegetazione alofila e igrofila che si evidenzia per la presenza dei canneti. La principale specie tipica di questi ambienti è la *Phragmites australis* che riesce a sopportare deboli concentrazioni saline. Inoltre, l’area è caratterizzata da comunità vegetali (ruderali, nitrofile, invasive) che risultano stabilizzate. (Rallo e Semenzato, 1990.).

Nel sito è attualmente in atto il Progetto LIFE18 NAT/IT/001020 LIFE FORESTALL, acronimo di Restoration of Alluvial Forests and *Cladium mariscus* habitats in Ramsar and Natura 2000 sites. LIFE FORESTALL ha come obiettivo principale il ripristino e la conservazione dell’habitat 7210*¹ Paludi calcaree di *Cladium mariscus*, specie di *Caricion davallianae* e dell’habitat 91E0*² Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*, entrambe prioritarie ai sensi della Direttiva “Habitat “(1992/43/CEE).

Il progetto è iniziato il 1/10/2019 e si concluderà il 30/09/2023. Per quanto concerne il budget ammissibile, esso ammonta a 1.800.547 euro. I beneficiari sono molteplici, ad esempio CORILA, Consorzio per il coordinamento delle ricerche inerenti al sistema lagunare di Venezia, SELC soc.coop., WWF Oasi Unipri s.r.l., Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Veneto, Friuli Venezia Giulia e Trentino Alto Adige, Cooperativa Sociale Primavera, Società Cooperativa Sociale ONLUS (LIFE FORESTALL, 2022).

LIFE FORESTALL mira, dunque, alla conservazione e soprattutto il ripristino di habitat prioritari: attività che richiedono interventi di riforestazione.

¹ Habitat caratterizzato da paludi calcaree a dominanza di *Cladium mariscus* e specie del *Caricion davallianae*. Si estendono principalmente nella regione temperata ma si possono trovare anche in zone a clima mediterraneo. Solitamente si sviluppano lungo sponde di aree lacustri e palustri.

² Foreste alluvionali di *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*. Sono habitat caratterizzate da foreste alluvionali, ripariali e paludose dominate da *Alnus* spp., *Fraxinus excelsior* e *Salix* spp. Che si sviluppano lungo corsi d’acqua, sulle rive di bacini lacustri, in aree con ristagni idrici. Il loro insediamento avviene principalmente in suoli inondatai o laddove l’acqua acquifera è superficiale, in climi temperati e talvolta in climi mediterranei.

Riforestare zone lagunari è un intervento complesso, in quanto consiste in una modificazione strutturale da erbacea ad arbustiva, dove le caratteristiche vegetazionali e pedologiche del substrato possono essere fortemente limitanti per la componente arborea.

IL progetto è suddiviso in 5 azioni:

1. Azioni preparatorie
2. Azioni concrete di conservazione
3. Azioni di monitoraggio dell'impatto delle azioni di progetto
4. Azioni di sensibilizzazione e diffusione dei risultati
5. Azioni di Project Management

Il progetto di tesi si è svolto all'interno del punto 2 che a sua volta è articolato in sette obiettivi (LIFE FORESTALL,2022) tra cui vi è il ripristino e incremento 91E*0 habitat foresta alluvionale (obiettivo C3).

Si è, quindi, proceduto a mettere a dimora tre specie arboree in due differenti aree. Considerata la presenza dell'acqua di falda nella zona radicale in una delle due aree (sito B) la ricerca è stata condotta con duplice fine: valutare la possibilità di riforestare zone umide in termini di successo competitivo nei confronti della vegetazione spontanea e appurare la sopravvivenza delle specie in un sito in cui l'abbondanza d'acqua può essere fattore limitante.

2. MATERIALI E METODI

2.1. Area di studio e aspetti climatici

Valle Averte si trova nella parte meridionale della laguna di Venezia, situata nel Comune di Campagna Lupia (VE), in località Lugo. L'area gestita dal WWF Italia è limitata a 206 ha, ulteriormente divisi tra associazioni e aziende. I corsi d'acqua che la caratterizzano sono sia d'acqua dolce sia salata rispettivamente dal fiume Brenta e dalla Laguna (Corrò, 2020).

Il clima è temperato umido ad estate calda, simile quindi a quello della retrostante Pianura Padana, ma meno rigido per l'influenza del mare, che mitiga i valori estremi di temperatura.

Dalle osservazioni dell'anno 2022 è emerso che: (Arpav,2022)

- il mese più caldo è stato luglio, con una temperatura media di 24,7°C e una massima di 28,6°C; il mese più freddo è stato gennaio con una media di 2,8°; la temperatura media annua è stata di 16,6°C;
- le precipitazioni cumulate annue sono state solo di 560.4 mm. Il mese più secco è stato ottobre, mentre il mese più piovoso aprile;
- la velocità media annua del vento è stata di 7,9 km/h. I venti dominanti sono stati la bora (NE), lo scirocco (SE) e il libeccio (SO).

2.2. Aspetti vegetazionali e pedologici

La vegetazione del sito A è rappresentata principalmente dall'aggregazione a *Rubus ulmifolius*, un arbusto alto fino a 2m indifferente al substrato, con elevata adattabilità anche nei riguardi della disponibilità idrica che si insedia nei terreni abbandonati, negli incolti, lungo le strade, ma più in generale negli ambiti più ruderali. È caratterizzato da fusti arcuato-ricadenti e radicanti ai nodi, dotato quindi di elevata capacità di diffusione vegetativa ed invasività, tende a formare fitte coperture che soffocano l'altra vegetazione. Date la sua ecologia e la sua forma di crescita, tende a formare comunità durevoli nel tempo, rallentando notevolmente la ricolonizzazione e l'evoluzione verso formazioni più complesse (Buffa *et al*, 2013).

All'interno dell'area è stata poi individuata una seconda specie, *Lonicera japonica*, pianta legnosa con portamento rampicante (Acta Plantarum, 2023). Il sito B adiacente alle valli, è rappresentato da mosaico a *Puccinellio festuciformis- Prhagmitetum australis*. Quest'ultima, specie ad ampia valenza ecologica, tollera sia sommersioni costanti che prolungate fasi di asciutta, può vivere in ambienti d'acqua dolce come le rive di fiumi a diverso regime idrologico, gli stagni o le zone peri lacustri oppure in aree salmastre, perché in grado di tollerare concentrazioni saline fino a 2,5-4%. (Buffa *et al.*,2013). *Puccinellia festuciformis* si stabilisce i sui terreni salmastri delle zone litoranee, presso le foci dei fiumi, dove un significativo apporto di acqua dolce gradualmente si mescola a quella marina abbassandone la salinità.

Per analizzare il suolo, sono stati raccolti due campioni, rispettivamente adiacenti alle aree appena citate. In un primo momento è stata individuata la particella su cui effettuale l'analisi, i cui confini sono rappresentati dalle file esterne dei campioni messi a dimora. Successivamente sono stati prelevati con la pala tre campioni a livello superficiale (nell'area interessata dall'apparato radicale) che sono stati poi miscelati. Inizialmente sono stati essiccati attraverso il protocollo standard: esposizione all'aria per circa 15 giorni con ricambio del foglio sottostante al campione ogni tre-quattro giorni.

Al termine del periodo di essiccazione sono stati setacciati per eliminare eventuali corpi estranei con un setaccio a maglia larga 4mm. Il procedimento è stato poi ripetuto con un setaccio a maglia larga 2mm per escludere corpi di dimensione inferiore. Presso il corpo laboratori di Agripolis, seguita da una docente di riferimento è stata poi eseguita l'analisi chimica.

Per la misurazione della conducibilità sono stati prelevati 10g di suolo e miscelati con 50ml di H₂O deionizzata in rapporto 1:5. Mentre, per quanto concerne la misurazione del pH è stato utilizzato il rapporto 1:2,5.

Il substrato (Fig. 1) presenta le seguenti caratteristiche:

- pH: 7.7 (sub-alcino)
- conducibilità: 0,00013 mS/cm



Fig. 1-Terreno sito A, foto scattata durante la prima fase di essiccazione, Cavarzere 2023

Il substrato del sito B (Fig. 2) si presenta più umido, sommerso parzialmente o totalmente da acqua di falda.

Le caratteristiche pedologiche sono le seguenti:

- pH: 7.9 (alcalino)
- conducibilità: 0,00054 mS/cm



Fig.2-Substrato sito B foto scattata durante la prima fase di essiccazione. Cavarzere, 2023

La salinità dell'acqua di falda del sito B misurata dall'1/04/2022 al 21/05/2022 (durante il periodo di sviluppo fenologico degli individui) a -90 cm dal livello del medio mare, presenta valori che superano i 4mS/cm (Fig. 3).

Nel sito A non era presente un piezometro e quindi non è stato possibile effettuare la misurazione.

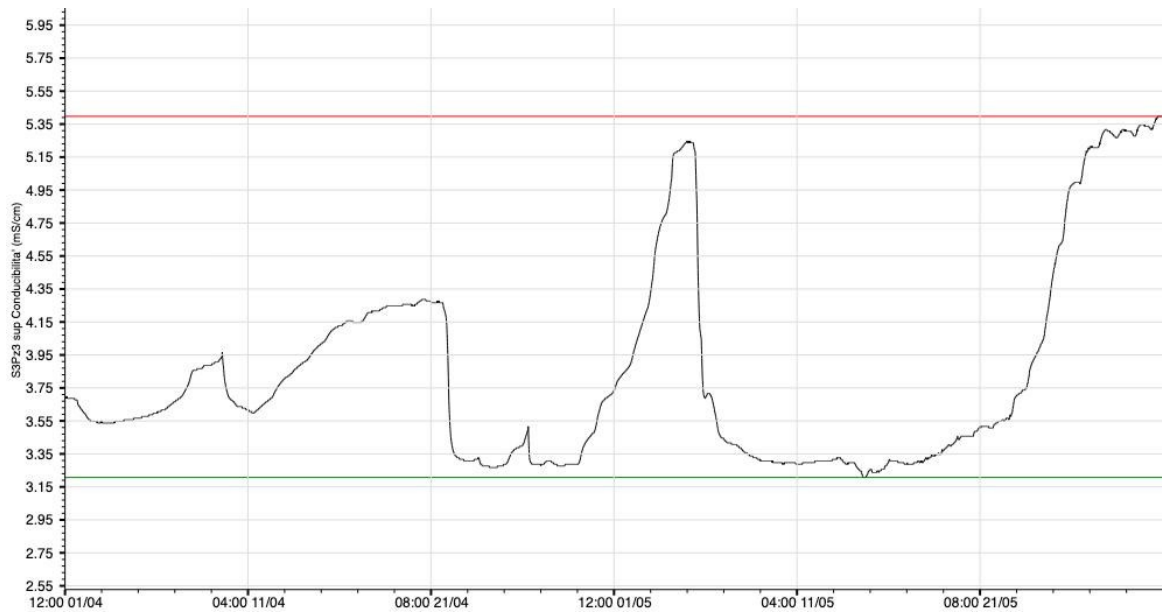


Fig.3- Concentrazione di salinità adiacente al sito b, nell'Oasi di Valle averta, anno 2022, piezometro 9-S3Px3 sup. Campagna Lupia 2022 (ARPAV,2022) La linea rossa e la linea verde rappresentano rispettivamente i livelli massimi e minimi di salinità del periodo (mS/cm)

I livelli di acqua, dal 1/03/2022 al 17/09/2022 presentano andamenti differenti in funzione delle stagioni. Nei mesi di giugno, luglio e agosto i livelli sono relativamente bassi, dovuti alle temperature elevate e la conseguente evapotraspirazione. (Fig. 4) Nella zona più vicina all'impianto la quota è di 0,087 sul medio mare (linea blu, Fig. 4).

Nel sito A non era presente il piezometro, pertanto non è stato possibile effettuare le misurazioni. Ad ogni modo non è mai stata rilevata acqua in superficie.



Fig. 4- Andamento dei livelli di acqua di falda in prossimità del sito B, nell'Oasi di Valle avaro, anno 2022, piezometro 9-S3Px3 sup. Le linee rossa, blu e verde indicano rispettivamente il livello massimo di acqua, la quota ortometrica e il livello minimo (m)

2.3. Analisi statistica dei campioni

Durante il periodo intercorso tra febbraio e agosto 2022 sono stati effettuati sedici campionamenti a cadenza settimanale all'interno dell'Oasi in due aree distinte (Fig. 5) per composizione vegetazionale e caratteristiche pedologiche.

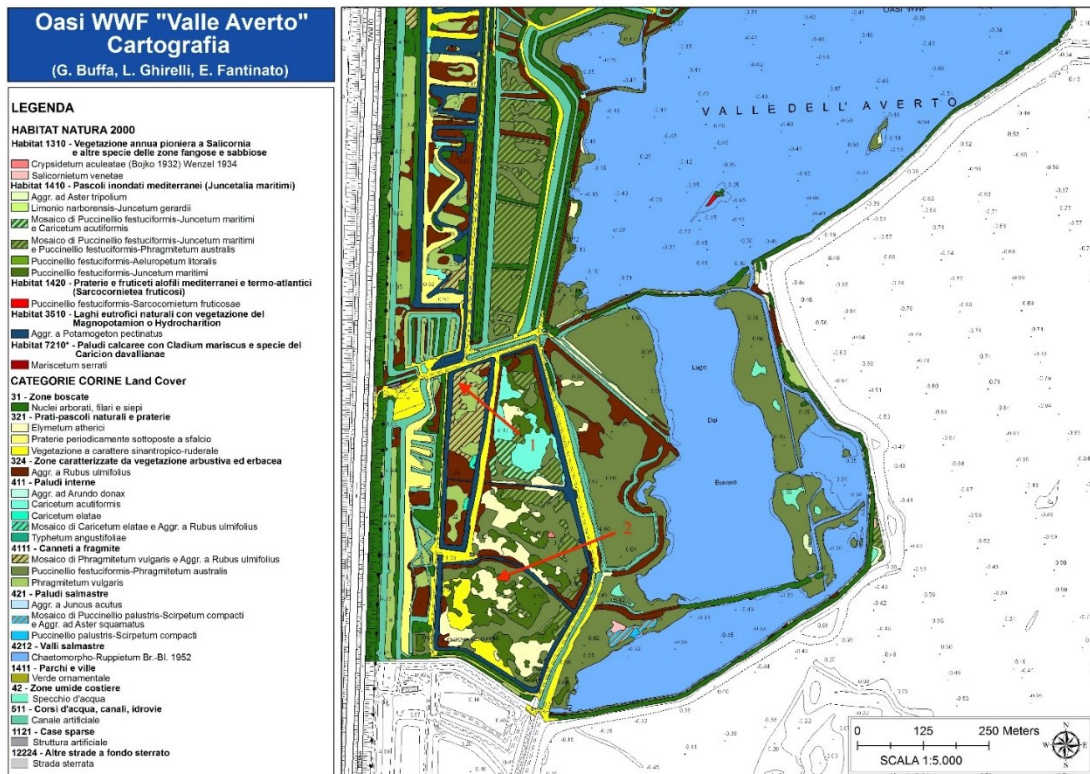


Fig. 5- Cartografia Habitat "Oasi WWF Valle Averno" Campagna Lupia. (Buffa and all, 2022)

Per la messa in opera del progetto di tesi e in funzione degli obiettivi definiti da LIFE FORESTALL sono state individuate tre specie arboree quali *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* e *Ulmus minor*. Le piantine sono state fornite dal vivaio di prodotti certificati di competenza di Veneto Agricoltura, presso Montecchio Precalcino (VI). La fornitura è avvenuta nei periodi di settembre e ottobre 2022. Successivamente le plantule sono state collocate presso le serre situate nell'oasi per tutto il periodo invernale. Le piante sono state messe a dimora a febbraio 2022 e sono state collocate in file distanziate l'una dall'altra di circa 1,5 m (Fig. 6 e Fig. 7)

Al termine di tale periodo si è deciso di procedere all'impianto di 120 individui così suddivisi:

- I. 20 individui di *A. glutinosa*, 20 di *F. angustifolia* e di 20 *U. minor* nel sito A (Fig. 6)
- II. 20 individui di *A. glutinosa*, 20 di *F. angustifolia* e 20 di *U. minor*. nel sito B (Fig. 7)

Successivamente, in accordo con il responsabile dell'area sono stati misurati i seguenti parametri morfologici: altezza, diametro alla base, lunghezza del getto annuale, numero di foglie per getto. Sono stati utilizzati strumenti, quali cordella metrica e calibro. Le misurazioni si sono effettuate con cadenza settimanale a partire dal 25 febbraio 2022 e terminate il 22 agosto 2022, ad eccezione del mese di luglio in quanto le temperature erano troppo elevate e non è stato possibile accedere al sito.

Al momento della messa a dimora i campioni presentavano le seguenti medie:

- *Alnus glutinosa*: altezza media 93cm ($\pm 10,83$), diametro medio 0,7cm ($\pm 1,39$) nessun getto
- *Fraxinus angustifolia*: altezza media 63,75 cm ($\pm 12,66$), diametro medio 0.54 ($\pm 0,15$) cm, nessun getto
- *Ulmus minor*: altezza media 48 cm ($\pm 10,34$) diametro medio 0,35cm ($\pm 0,10$) nessun getto



Fig. 6-Sito A



Fig. 7- Sito B

3. RISULTATI

Le piante messe a dimora hanno presentato differenze rilevanti in funzione del sito di impianto.

3.1. Sito A

Alnus glutinosa (Fig. 8) ha schiuso le gemme nel periodo antecedente alla crescita della vegetazione circostante. Non sono stati evidenziati sintomi di carenza idrica, stress o carenze nutrizionali. I campioni, alla fine della stagione vegetativa, hanno sviluppato copertura fogliare con una media di getto annuale di 26,5 cm ($\pm 1,10$), media di 10,05 ($\pm 1,01$) foglie per getto, altezza media di 140,20 ($\pm 15,81$) (Fig.11) e diametro medio di 1,8cm ($\pm 0,08$). La crescita è avvenuta in modo abbastanza costante, con una significativa accelerazione a fine giugno.



Fig. 8- *Alnus glutinosa* sito A. Campagna Lupia, 2022

Fraxinus angustifolia (Fig. 9) ha schiuso le gemme in contemporanea con la crescita della vegetazione erbacea circostante. La crescita è stata più lenta e costante. Una forte limitazione per lo sviluppo verticale è stata la presenza di piante rampicanti (*L japonica*). 15 piante su 20 hanno avuto bisogno di interventi meccanici agevolare i rilevamenti. La copertura fogliare a fine stagione era caratterizzata da getti con lunghezza media di 10,95cm ($\pm 1,21$) e una media di 9 foglie per getto ($\pm 3,20$). L'altezza media è stata di 75,5cm ($\pm 14,87$) (Fig. 12) e il diametro medio di 0,87cm ($\pm 0,20$) (Fig. 15).



Fig.9- *Fraxinus angustifolia* sito A, Campagna Lupia, 2022

L' *Ulmus minor* (Fig. 10) è stato rilevato fino a giugno 2022 con un'altezza media di 53,4cm ($\pm 17,76$) (Fig. 13) e diametro medio di 0,56cm ($\pm 0,75$) (Fig. 16). Oltre questa data non è stato possibile effettuare le misurazioni: infatti la vegetazione spontanea (*Rubus ulmifolius* e *Lonicera japonica*) ha colonizzato la pianta rendendo difficile la misurazione. Poiché nessuna pianta è morta, si è deciso di mantenere i valori risalenti all'ultimo rilevamento effettuato.



Fig. 10- *Ulmus minor* sito A, Campagna Lupia, 2022

3.1.2 Accrescimento altezza e diametro medio sito A

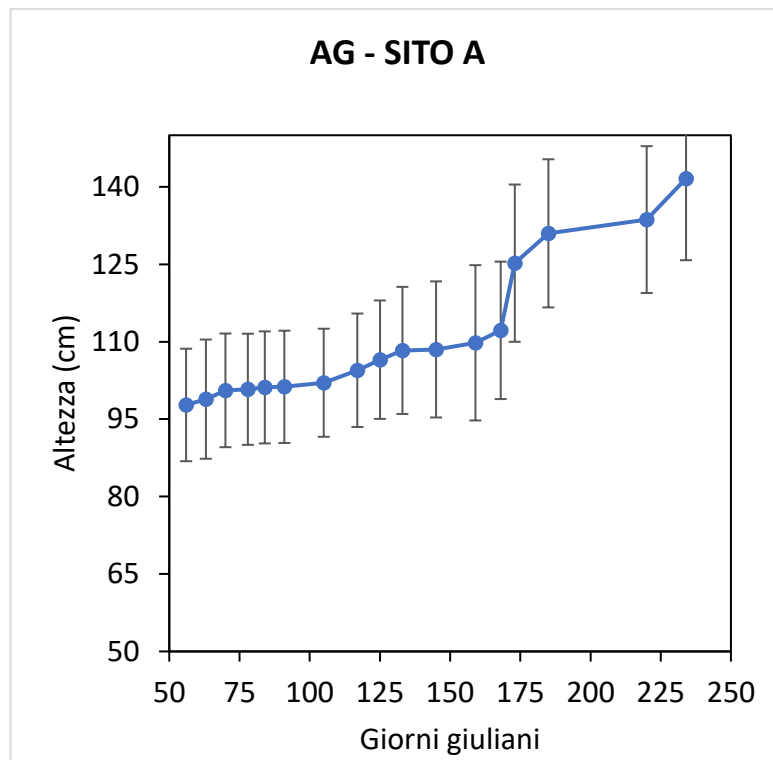


Fig.11- Crescita in altezza *Alnus glutinosa* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

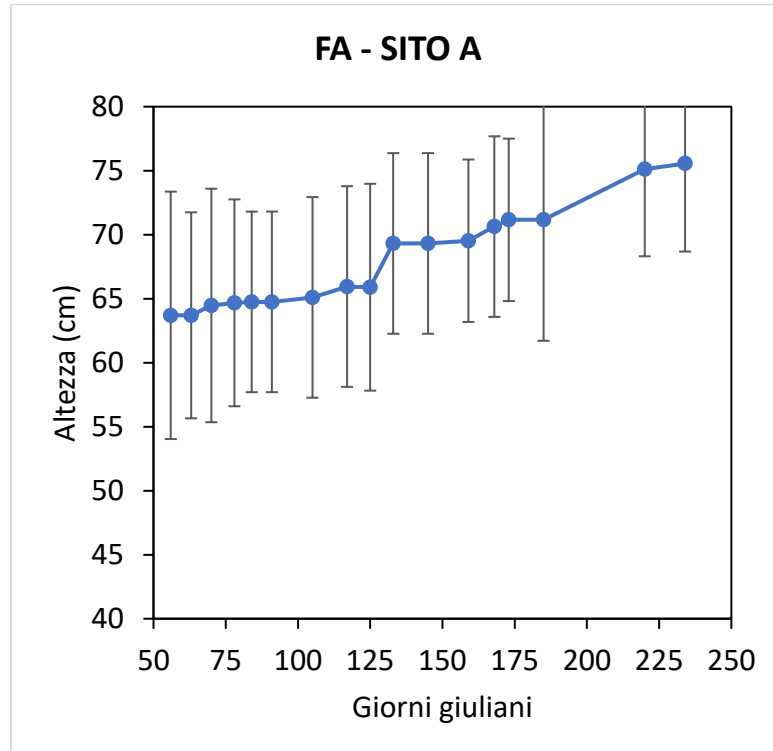


Fig.12- crescita in altezza *Fraxinus angustifolia* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

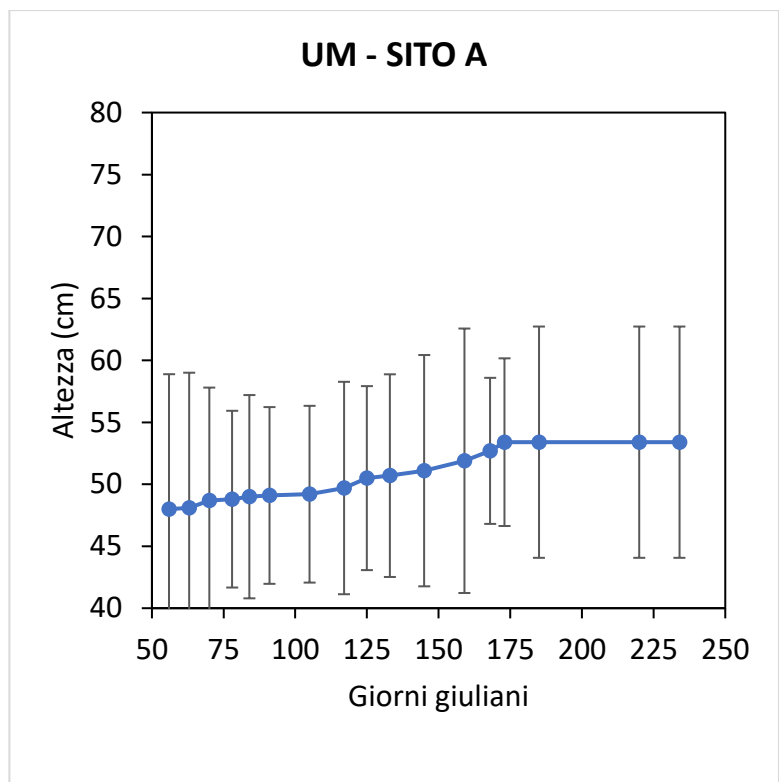


Fig.13- crescita in altezza *Ulmus minor* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

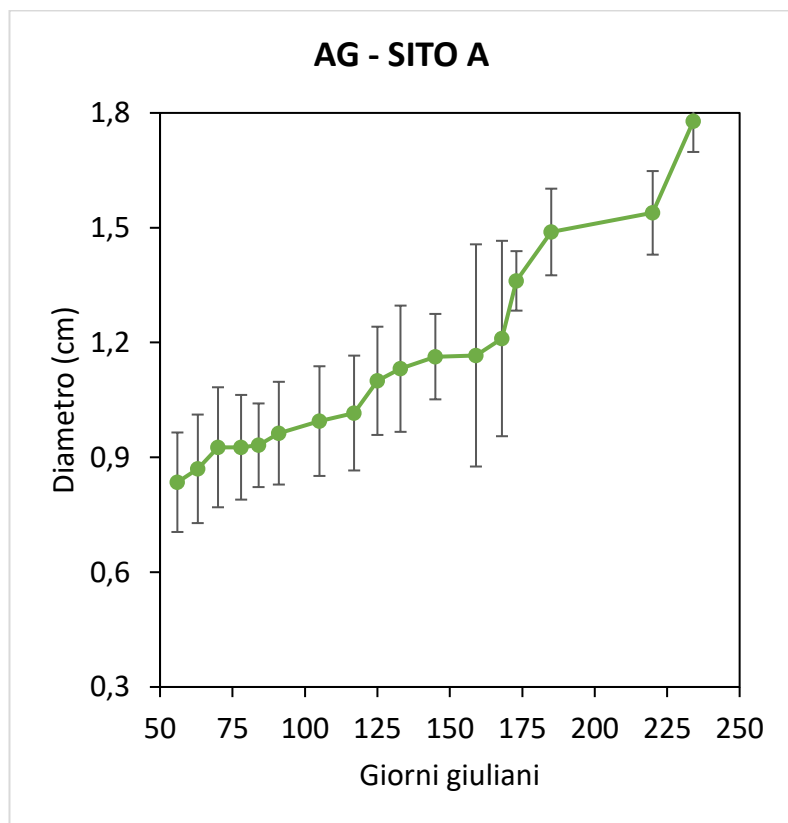


Fig. 14- crescita diametri *Alnus glutinosa*, sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

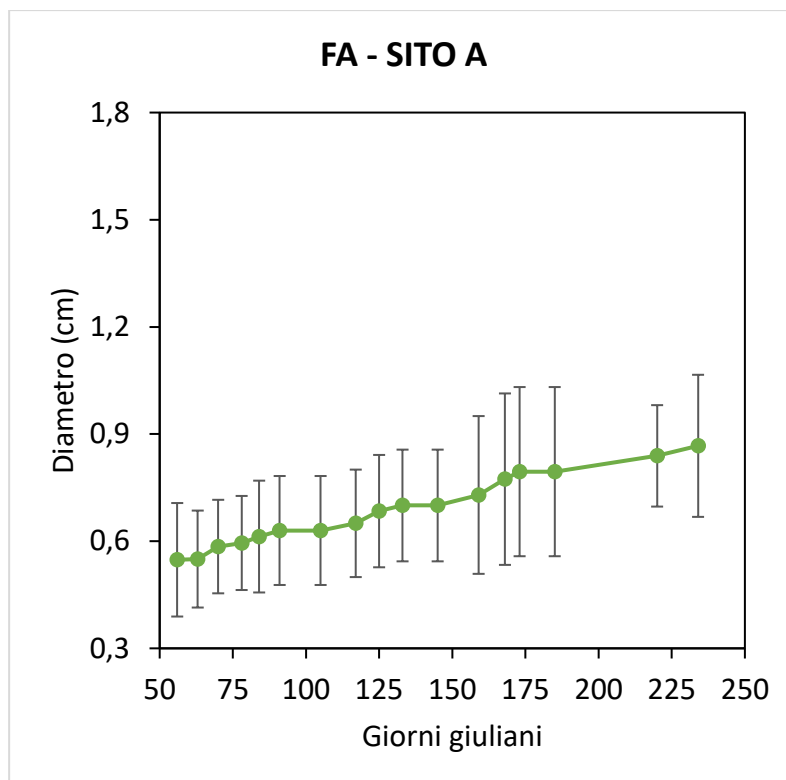


Fig.15- Crescita diametri *Fraxinus angustifolia* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

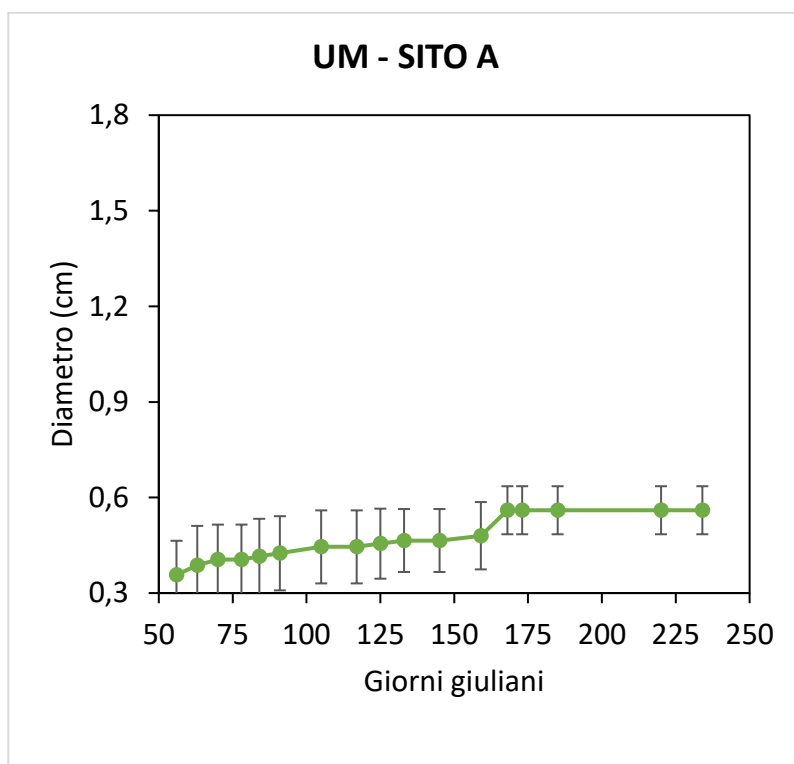


Fig. 16- Crescita diametri *Ulmus minor* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

3.2. Sito B

Le condizioni pedologiche e di disponibilità idrica hanno determinato risultati differenti.

Alnus glutinosa è cresciuto più lentamente (Fig.17) rispetto al sito A (± 13.55). Alla fine del periodo vegetativo le piante hanno sviluppato una copertura fogliare scarsa, con una lunghezza media del getto di 8,83 cm ($\pm 4,53$) e una media di 4 ($\pm 2,13$) foglie per getto. Altezza e diametro medio hanno presentato valori rispettivamente di 110,20cm ($\pm 21,57$) e 1,52 cm ($\pm 0,28$) (Figg. 20 e 23) Le piante hanno presentato una crescita in altezza relativamente costante per tutto il periodo di rilevamento, con un leggero picco ad agosto 2022.



Fig.17- *Alnus glutinosa* sito B, Campagna Lupia, 2022.

Per quanto riguarda *Fraxinus angustifolia* (Fig. 18): tra le specie risulta avere accrescimento più lento e costante nel tempo, ad eccezione della prima settimana di maggio, in cui si è misurato un incremento maggiore. La lunghezza media del getto annuale è stata di 8,37cm ($\pm 1,31$) con una media di 9 foglie per getto ($\pm 2,1$). L'altezza media è stata di 64,0cm ($\pm 8,51$) (Fig. 21) e diametro medio di 0,88 cm ($\pm 0,20$) (Fig. 24).



Fig.18- *Fraxinus Angustifolia* non sviluppato. Campagna Lupia, 2022.

Ulmus minor (Fig. 19) ha presentato una crescita costante in altezza ad eccezione di due periodi: maggio e fine agosto 2022. A fine stagione vegetativa la copertura fogliare ha presentato una media della lunghezza del getto annuale di 3,8 cm ($\pm 0,75$) e 3 foglie per getto ($\pm 0,0$). L'altezza media è stata di 67,40 cm ($\pm 9,93$) (Fig. 22) e il diametro medio di 0,8cm ($\pm 0,30$) (Fig. 25).



Fig.19- *Ulmus minor* sito B con evidenti sintomi di marciume fogliare. Campagna Lupia, 2022.

3.2.1 Accrescimento altezza e diametro medio nel tempo sito B

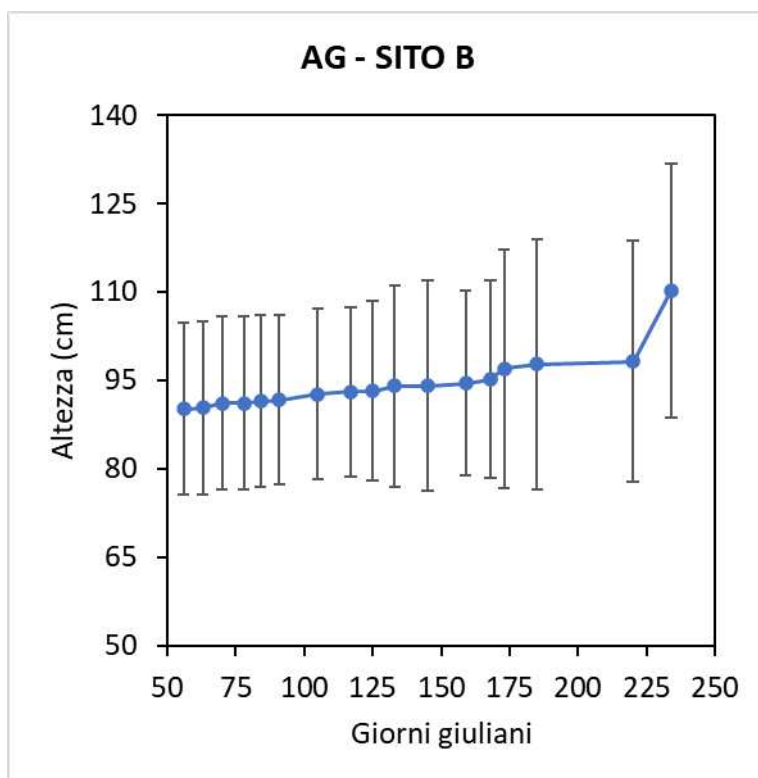


Fig. 20- crescita in altezza *Alnus glutinosa* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

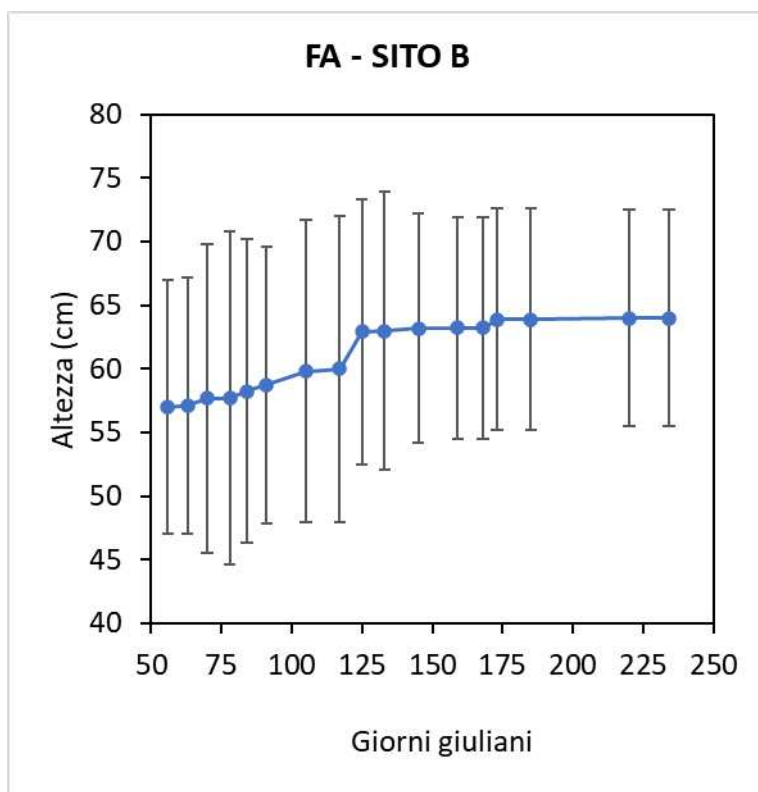


Fig. 21- crescita in altezza *Fraxinus angustifolia* sito B dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

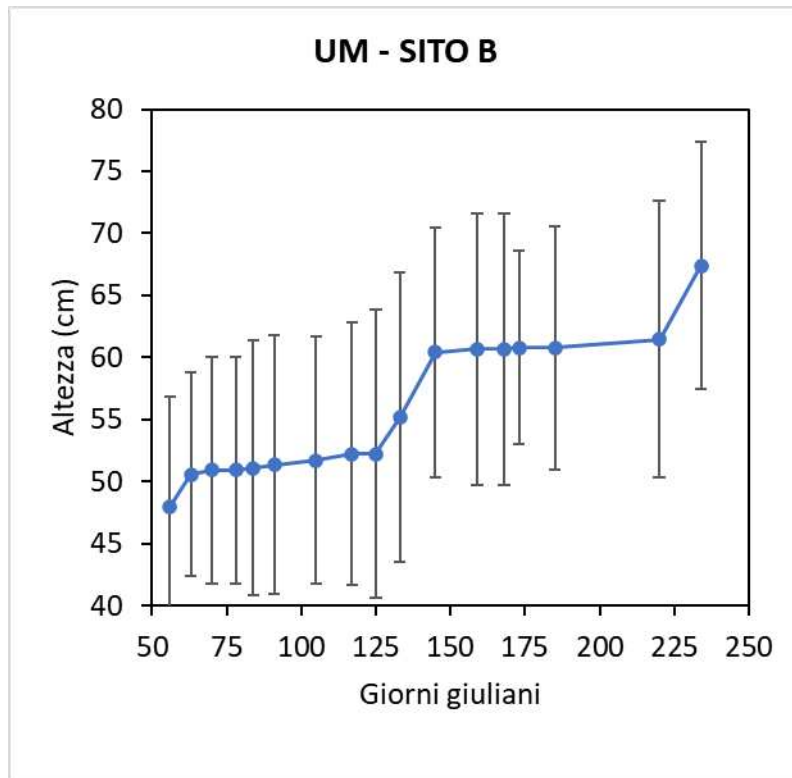


Fig. 22- crescita in altezza *Ulmus minor* sito B dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

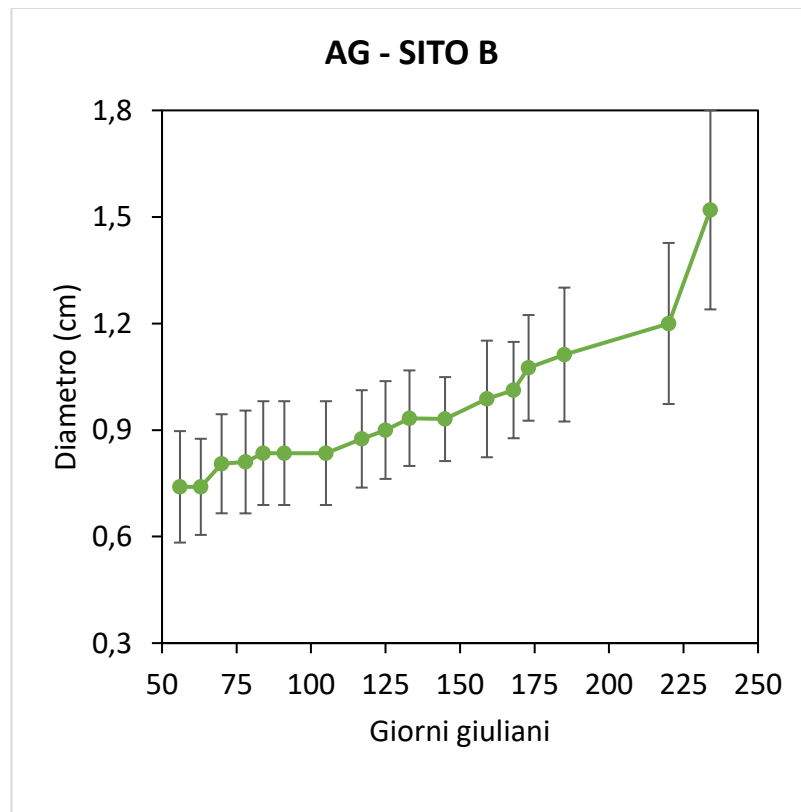


Fig. 23- Crescita in diametro *Alnus glutinosa* sito B dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

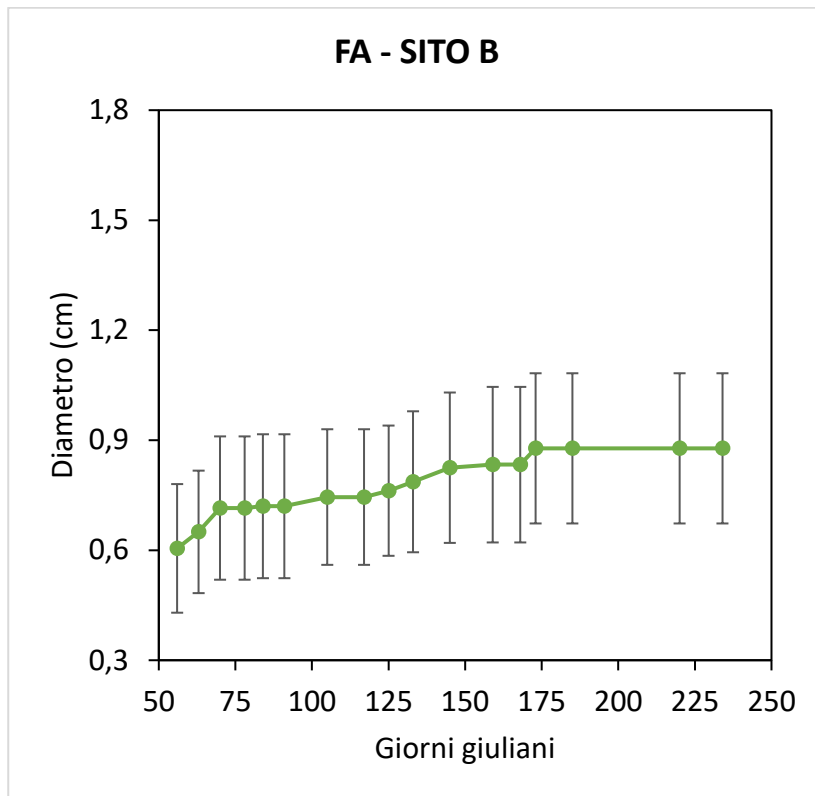


Fig. 24-Crescita in diametro *Fraxinus angustifolia* sito B dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

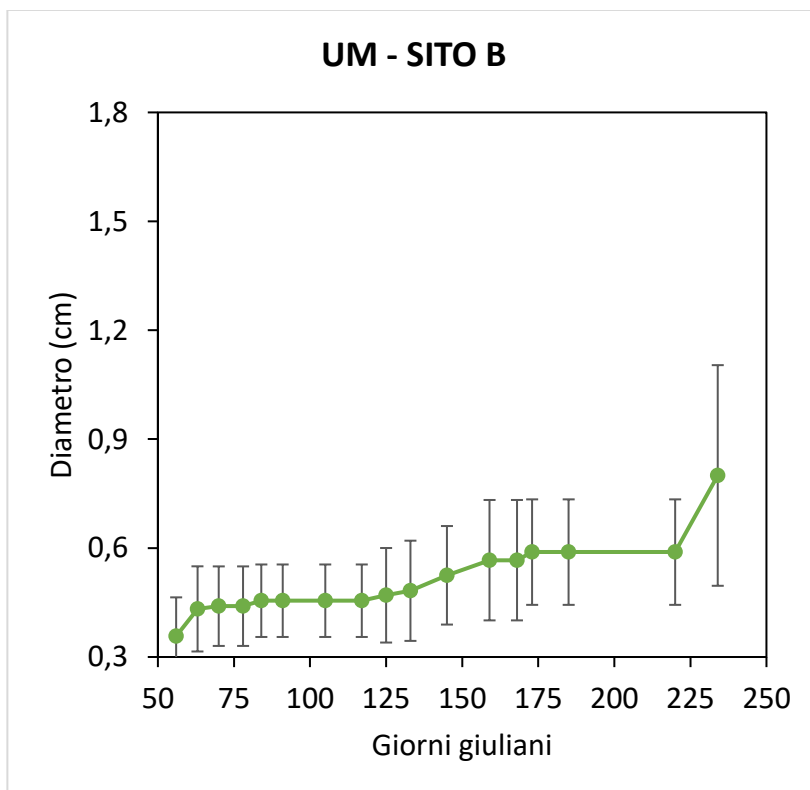


Fig. 25- Crescita in diametro *Ulmus minor* sito B dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

4. SOPRAVVIVENZA

Le specie hanno dimostrato sopravvivenza differente in funzione del sito di impianto (Fig. 26 e Fig.27).

Nel sito A sono sopravvissute 18 piante su 20 di *Alnus glutinosa*. Un primo individuo non ha mostrato alcun segno di sviluppo fin dal momento della sua messa a dimora³. Si ipotizza che il mancato sviluppo sia derivato da errori commessi durante l'atto di messa a dimora. Un secondo individuo è morto in seguito a schianto da vento (Fig. 26).

Fraxinus angustifolia ha dimostrato una sopravvivenza di 18 piante su 20. Anche in questo caso, una pianta non ha manifestato alcun segno di crescita dal momento della messa a dimora. Una seconda pianta è morta a causa di errori durante la fase di liberazione della specie dalla vegetazione spontanea per effettuare i rilievi delle altezze (Fig. 26).

Nel caso di *Ulmus minor*, il rilevamento si è interrotto a giugno 2022, in quanto la vegetazione ha reso inaccessibile la zona. Fusti e getti sono stati sovrastati e di conseguenza è stata modificata la struttura verticale. Non avendo una struttura ben lignificata, *R. ulmifolius* ha portato ad una caduta del fusticino. Si è deciso di non inserire nelle statistiche alcuna mortalità (Fig. 26).

Nel sito B, invece, *Alnus glutinosa* sono sopravvissute 8 piante su 20. Dopo circa 10 giorni dell'emissione fogliare (circa aprile 2022) parte delle piante hanno manifestato sintomi di stress quali marciume fogliare, secchezza apicale e infine morte. Il picco di mortalità si è verificato tra il 27 aprile e il 6 giugno 2022 (Fig. 27).

Per *Fraxinus angustifolia* sono sopravvissute 7 piante su 20. Delle 13 piante morte, 2 non hanno mai schiuso le gemme fin dal momento della messa a dimora. Si ipotizza il mancato attecchimento delle radici al terreno o danneggiamenti nella messa a dimora (Fig. 27).

Per *Ulmus minor* invece sono sopravvissute 5 piante su 15. Il picco di mortalità è lo stesso che per il frassino: tra aprile e giugno 2022, ad eccezione di 3 individui che non schiuso le gemme dal momento della messa a dimora (Fig. 27).

³ Registrato in data 11 marzo.

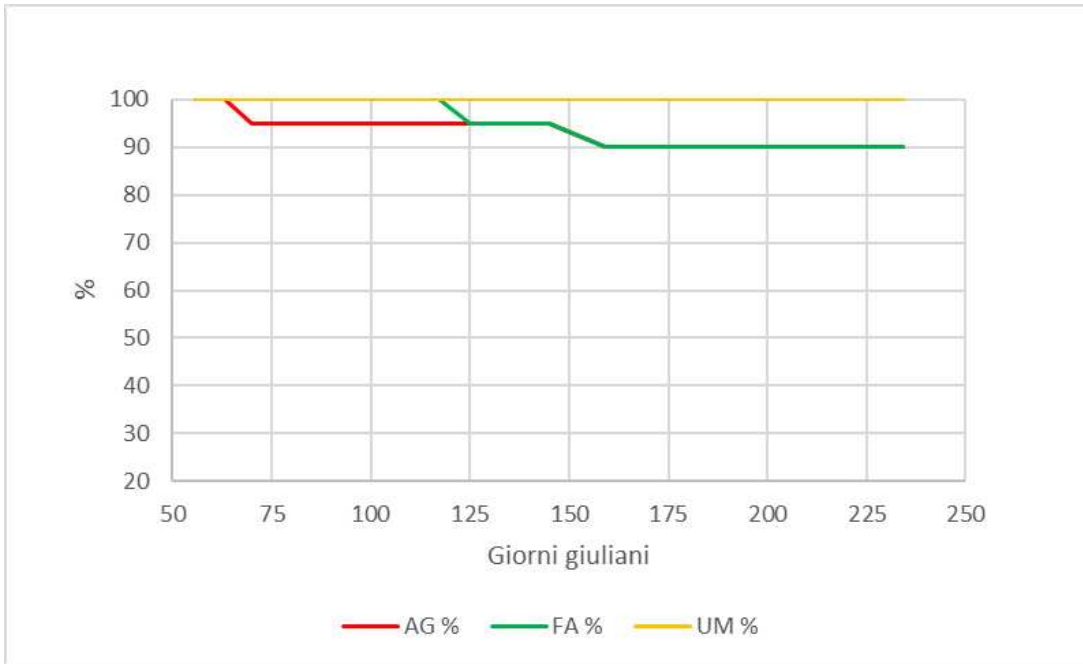


Fig. 26- Sopravvivenza *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor* sito A dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

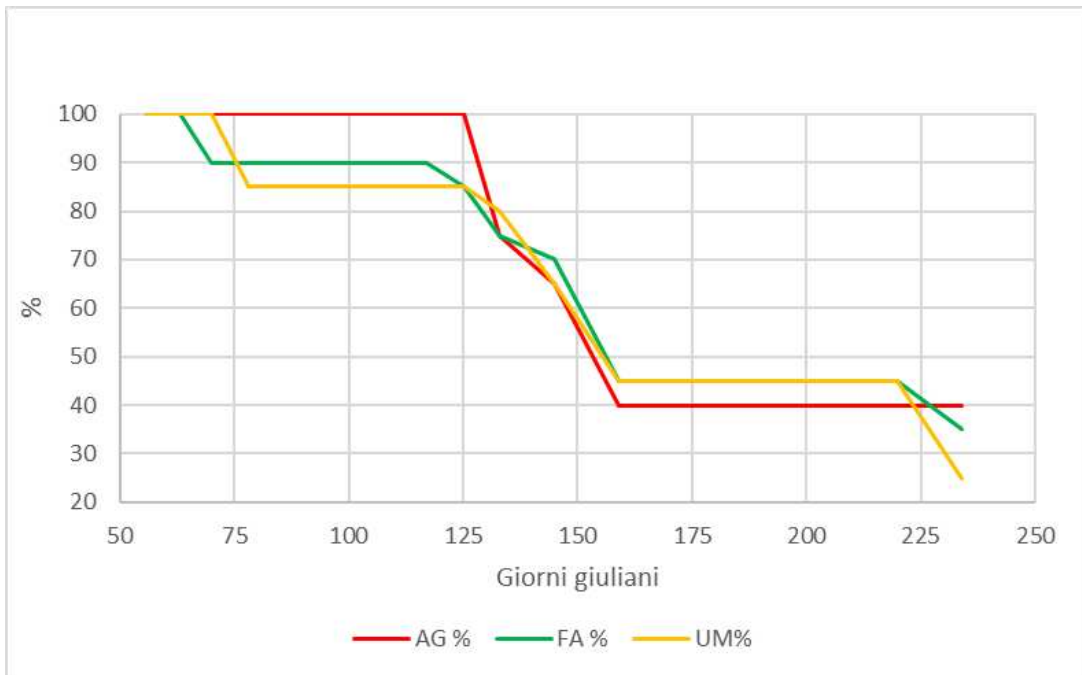


Fig.27- Sopravvivenza *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor* sito B dal giorno 25/02/22 (56) al 22/08/22 (234)

5. DISCUSSIONE

Anche le valutazioni sui risultati dell'intervento di ripristino sono diverse a seconda dei siti. Per il sito A sembra che *Alnus glutinosa* possa rappresentare una specie idonea a queste operazioni in tali ambienti. Da maggio ad agosto la crescita è stata rilevante in quanto la media dell'altezza risulta essere la più alta rispetto agli altri individui. Per questa specie non è stato necessario alcun tipo di intervento di facilitazione nei riguardi della vegetazione spontanea.

Per quanto concerne *Fraxinus angustifolia* e *Ulmus minor*, invece, viste la ridotta crescita in altezza e la fenologia ritardata, sembra che la vegetazione spontanea possa risultare determinante nel limitare la possibilità di successo. Queste specie potrebbero anche crescere adeguatamente ma solo con interventi di tipo meccanico di riduzione della competizione erbacea. Si potrebbe optare anche per l'uso di pacciamanti, che però sono relativamente costosi, o di interventi regolari di rimozione della componente erbacea con il rischio però di danneggiamento degli individui.

Nel sito B, invece, le condizioni stazionali sono state fortemente limitanti. La causa principale non è da attribuire alla presenza del canneto, bensì alla presenza dell'acqua alla superficiale del terreno (Fig. 28).



Fig. 28- Sito B sommerso da acqua di falda, Campagna Lupia, 2022

La maggior parte delle piante analizzate hanno presentato sintomi di stress come marciume fogliare e infine morte.

L'ipotesi dell'anossia radicale potrebbe essere supportata dal fatto che il suolo, non ha presentato valori critici per gli individui (pH 7.9 e conducibilità 0,00054 mS/cm) e la salinità dell'acqua nel suolo non è limitante (mentre quella della falda a -90 è decisamente salina (5.36 mS/cm).

Il livello di acqua di falda misurato nel sito B dimostra come l'acqua si sia mantenuta nella zona radicale da marzo a fine maggio 2022, periodo coincidente con il picco di mortalità delle piante. Da giugno a settembre si è mantenuta ben sotto il livello medio del piano di campagna (Fig. 29).

La presenza prolungata di acqua nella zona radicale potrebbe aver causato la morte dei campioni per anossia radicale.

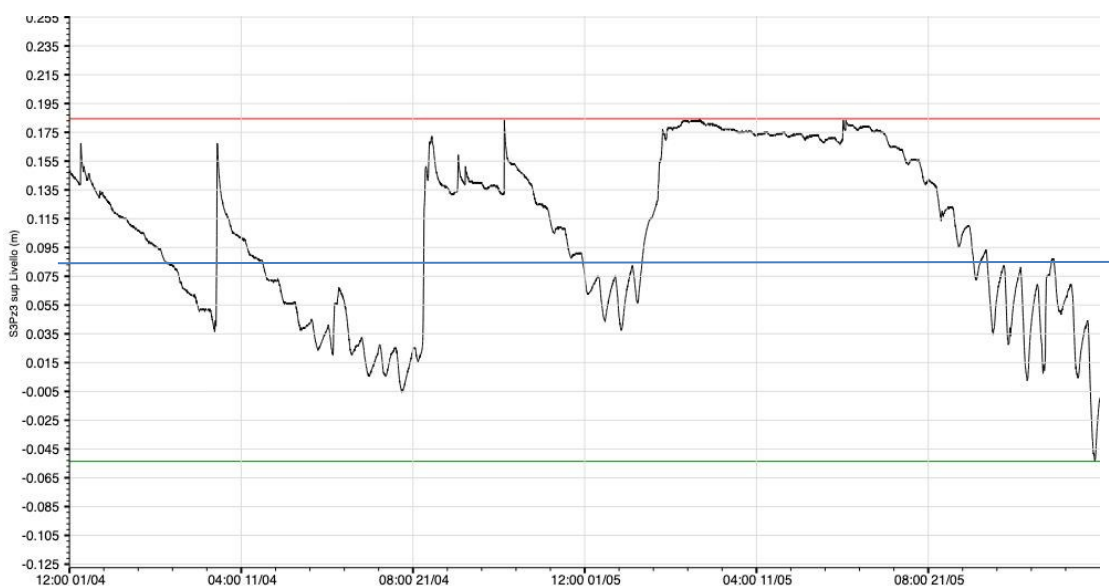


Fig.29- Andamento dei livelli di acqua di falda in prossimità del sito B, nell'Oasi di Valle avaro, anno 2022, piezometro 9-S3Px3 sup misurati dal 1/04/2022 al 21/05/2022. Le linee rossa, blu e verde indicano rispettivamente il livello massimo di acqua, la quota ortometrica e il livello minimo (m)

In conclusione, si dimostra come l'ontano nero abbia delle caratteristiche di velocità di crescita che lo rendono specie di interesse per garantire un efficace ripristino degli habitat prioritari costieri.

La mortalità delle piante nel sito B può essere attribuita prevalentemente a periodi prolungati di sommersione. Pertanto, il sito B non risulta essere idoneo alla riforestazione. Esiste, però, da parte degli operatori dell'Oasi, la possibilità di apportare modifiche nella regolazione della falda, valutando l'influenza che questo potrebbe avere in altre zone.

6. BIBLIOGRAFIA

- Arpav. Bollettini Regionali, Torretta 230. 2023
https://wwwold.arpa.veneto.it/bollettini/storico/2022/0230_2022_TEMP.htm
https://wwwold.arpa.veneto.it/bollettini/storico/2022/0230_2022_PREC.htm
https://wwwold.arpa.veneto.it/bollettini/storico/2022/0230_2022_UMID.htm
- Corrò F. (2020). Analisi di due popolamenti forestali di potenziale importanza comunitaria a prevalenza di frassino ossifillo (*Fraxinus oxycarpa* Bieb.) e olmo campestre (*Ulmus minor* Miller) nella laguna di Venezia. Università degli Studi di Padova.
- Ferrucci N, et al. *Diritto forestale e ambientale : profili di diritto nazionale ed europeo*. 3. ed, Giappichelli, 2020
- Guadagno E, Gallia A, and Grasso M. "Un atlante delle politiche ambientali." (2022).
- LIFE18 NAT/IT/001020 LIFE FORESTALL, (2023).
<https://lifeforestall.eu/it/node/136>
- Lupia, C., & Finale Allegati Gabriella Buffa Leonardo Ghirelli Collaboratori Edy Fantinato, R. (2013). *Individuazione, descrizione e restituzione cartografica delle associazioni vegetali e degli habitat di interesse comunitario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE presenti nell'ambito della Riserva Naturale Oasi WWF di Valle Averno, in località Lugo di*. Ministero dell'ambiente. 2014. Direttiva Habitat.
<https://www.minambiente.it/pagina/direttivahabitat>.
- Pirola A. (1970) Elementi di fitosociologia, Clueb, Bologna, Italy.
- Rallo G, Semenzato M. (1990). "LAGUNA conservazione di un ecosistema", *Arsenale*.
- Thomas M. Smith, & Robert Leo Smith. (2017). *Elementi di Ecologia* . 9ed, Pearson
- Viaroli P, Basset A, Cantonati M et al. (2014). *Ecosistemi di acque interne e di di transizione*. In S. Castellari, S. Venturini, A. Ballarin Denti, A. Bigano M. Bindi, F. Bosello, et al. (a cura di), *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità ed adattamento ai cambiamenti climatici in Italia (pp. 299-329)*. Roma: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.
- Viciani D, Dell'Olmo L, Vicenti C & Lastrucci L. (2017) Natura 2000 protected habitats, Massaciuccoli Lake (northern Tuscany, Italy), *Journal of Maps*, 13:2, 219-226, DOI: [10.1080/17445647.2017.1290557](https://doi.org/10.1080/17445647.2017.1290557)