



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA  
Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea magistrale in Scienze Forestali e Ambientali

Rinnovazione naturale post schianto in un  
querco-carpineto di pianura nel Parco del Ticino

Relatore *Prof. Mario Pividori*

Laureanda  
*Martina Mauri*  
Matricola n.  
2092201

ANNO ACCADEMICO 2024-2025



## Sommario

Riassunto.....	4
Abstract.....	5
Premessa.....	6
1. Il Parco del Ticino.....	7
1.1 I boschi del Ticino.....	9
2. Inquadramento territoriale delle aree di studio.....	11
2.1 Azienda Agricola Santa Maria del Bosco.....	14
2.1.1 Zona A – Rilievi nell’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco.....	18
2.2 Azienda Agricola Gaezia.....	19
2.2.1 Zona B – Rilievi nell’Azienda Agricola Gaezia.....	24
3. Il bosco e le specie prima dello schianto.....	26
3.1 La Farnia e la problematica del deperimento.....	26
3.2 Il Querceto-carpinetto.....	29
3.3 Il querceto di farnia (con olmo).....	30
4. L’evento.....	31
4.1 Danni causati.....	33
5. Materiali e metodi.....	40
6. Risultati.....	47
6.1 Risultati Zona A.....	47
6.2 Risultati Zona B.....	53
7. Discussione dei risultati.....	58
7.1 La rinnovazione di farnia.....	58
7.2 La rinnovazione di Carpino, Acero e Olmo.....	63
7.3 La rinnovazione delle specie aliene.....	67
8. Conclusioni.....	72
8.1 Consigli di gestione.....	73
8.2 Considerazioni finali.....	76
Bibliografia.....	77
Sitografia.....	79
Ringraziamenti.....	80

## Riassunto

La presente tesi analizza lo stato della rinnovazione naturale nei quercu-carpineti di due Aziende Agricole nel Parco del Ticino a seguito dello schianto da vento avvenuto il giorno 26/08/2023. L'evento meteorologico estremo ha visto raffiche di vento oltre i 100 km/h, che hanno causato importanti schianti e sradicamenti, con una severità che in alcune zone risulta molto elevata, con danni alla quasi totalità del soprassuolo. Nel mese di settembre 2024 sono stati effettuati i rilievi in campo, strutturati in due zone, rispettivamente nelle due Aziende Agricole prese in considerazione: la Zona A è caratterizzata da una dimensione e severità dello schianto molto superiori rispetto alla situazione post evento della Zona B. Le aree di saggio sono state poste lungo transetti ed è stata analizzata la rinnovazione naturale delle diverse specie e le caratteristiche dell'area stessa. In totale sono state effettuate 101 aree di saggio, che hanno permesso di rilevare 1402 piantine di rinnovazione di 15 specie diverse.

I dati derivanti dai lavori in campo sono stati elaborati e analizzati, permettendo di avere una visione più chiara dello stato della rinnovazione naturale dopo un anno dall'evento meteorologico estremo, con risultati chiari in termini di specie presenti e densità della rinnovazione: la Zona A presenta una maggiore diffusione di specie aliene (in particolare robinia e ailanto) e una scarsissima rinnovazione di farnia, mentre nella Zona B si trova molto facilmente la rinnovazione di quest'ultima, spesso anche con presenza di piantine di 3-4 anni, quindi insediatesi precedentemente allo schianto da vento.

Di conseguenza, lo studio ha definito le necessità gestionali e gli interventi che si potrebbero mettere in atto per ciascuna zona in funzione delle priorità che si vorranno perseguire: nella Zona A il bosco sta andando incontro a una modifica della composizione specifica, con una predominanza delle specie del bosco planiziale (carpino, olmo e acero campestre) e delle specie aliene, a discapito della farnia. In questa zona può essere importante eseguire operazioni per il contenimento delle specie esotiche e, nel caso si ritenga necessaria la ricostituzione del popolamento del quercu-carpineto, sarà necessario effettuare un rimboschimento, dal momento che la densità della rinnovazione di farnia risulta attualmente totalmente insufficiente. Nella Zona B, invece, ci sono buone probabilità che con la sola libera evoluzione il quercu-carpineto si ricostituisca naturalmente, anche se permangono i quesiti relativi al deperimento della farnia stessa, il quale potrebbe influenzare negativamente l'evoluzione del bosco.

## Abstract

This thesis aims to analyze the natural regeneration condition in the oak stands of two different farms in Ticino's Park after a wind blowdown occurred on 26 August 2023. The extreme weather event was characterized by over 100 km/h wind gusts, which caused major and significant blowdown and uprooting. The disturbance severity was high in many areas, in some cases with canopy loss up to 100%.

In September 2024 field study was carried out, planned in two zones, respectively in the two farms analyzed: Zone A was characterized by a higher severity and wider canopy loss compared to the post-event situation in Zone B. The plots were set on different transects and in each one the natural regeneration of all tree species and the characteristics of the area itself were explored. In total 101 plots were carried out, which allowed 1402 seedlings of 15 different species to be detected.

All the data collected in fieldwork were then elaborated and analyzed, in order to have a clear vision of natural regeneration conditions one year after the extreme weather event, with specific results regarding which species are found and regeneration density: Zone A shows a wider spread of alien species (in particular black locust and ailanthus) and a very low number of oak seedlings; on the contrary, oak regeneration is easily found in Zone B and often 3-4 years old plants (so settled before the event) were found.

As a consequence, this study helped define management necessities and intervention options that could be done in each of the two Zones, according to the priorities to be pursued: in Zone A probably the forest will see a different composition in species, with a higher presence of typical plain forest species (hornbeam, elm and maple) and alien species, reducing the presence of *Quercus robur* L. In this Zone it could be important to carry out exotic species control and, if recreating *Quercus* stand is considered helpful and advisable, artificial regeneration would be required, since oak natural regeneration density is currently totally insufficient. Instead, in Zone B there is a higher probability that the oak stand will come back naturally without artificial intervention, even if oak decay represents a source of uncertainty that could negatively affect forest development.

## Premessa

La presente tesi nasce dalla necessità pratica di gestire nel modo migliore i popolamenti oggetto degli schianti da vento del 26/08/2023, che hanno causato ingenti danni in molti territori del Parco del Ticino, tra cui i boschi di proprietà delle due aziende agricole considerate. Per fare ciò, era fondamentale partire dalle condizioni della rinnovazione naturale, per poi ipotizzare il possibile sviluppo del bosco e gli eventuali interventi da effettuare in funzione delle problematiche riscontrate.

Pertanto, il primo obiettivo di questo studio era conoscere lo stato della rinnovazione naturale a distanza di un anno dall'evento estremo: a tal fine si è partiti dai rilievi in campo, che hanno permesso di raccogliere dati circa le specie che si stanno rinnovando, le relative densità e le caratteristiche morfologiche delle zone schiantate. In secondo luogo, questi dati sono stati analizzati valutando le principali problematiche e le eventuali correlazioni tra le caratteristiche morfologiche e le specie presenti allo stadio di semenzali. Inoltre, considerate le condizioni generali dei popolamenti di farnia nel Parco del Ticino e la sempre maggiore diffusione delle specie aliene, si è deciso di prestare un'attenzione particolare a queste specie e alla loro rinnovazione all'interno delle aree di studio. Infine, l'ultimo obiettivo della tesi era quello di ipotizzare, sulla base delle evidenze di campo, il futuro sviluppo naturale del bosco e la possibilità di una ricostituzione dei popolamenti a dominanza di farnia, per poi confrontare questi aspetti con le funzioni prioritarie e comprendere se fosse possibile lasciare il popolamento all'evoluzione naturale oppure fosse necessario l'intervento umano; in quest'ultimo caso si intendeva definire quali potessero essere gli interventi utili per indirizzare l'evoluzione del bosco verso uno specifico obiettivo, con proposte di gestione sulla base delle problematiche rilevate.

I risultati attesi dovrebbero quindi chiarire la situazione in termini di rinnovazione naturale e fornire dati utili sui quali basarsi per permettere scelte consapevoli riguardo le modalità di gestione da implementare.

## 1. Il Parco del Ticino

La Valle del Ticino si sviluppa lungo l'omonimo fiume e copre un territorio compreso tra la Svizzera e le regioni di Lombardia e Piemonte per la parte italiana. In particolare, l'area lombarda è tutelata dal Parco Lombardo della Valle del Ticino e la parte piemontese dal Parco naturale del Ticino (gestito dall'Ente di Gestione delle Aree Protette del Ticino e del Lago Maggiore, ricopre una superficie di minore estensione rispetto al parco lombardo, pari a circa 6561 ettari).

Nel complesso, il Parco Lombardo della Valle del Ticino insieme al Parco naturale del Ticino Piemontese costituiscono una delle aree fluviali protette più grandi d'Europa e il Programma Man and Biosphere (MAB) di Unesco ha riconosciuto nel 2002 l'importanza di tale area tutelata come Riserva della Biosfera, successivamente ampliata nel 2014 e nel 2018. (<https://ente.parcoticino.it/> e <https://www.parcoticinolagomaggiore.com/>)

Il Parco Lombardo della Valle del Ticino (Figura 1.1) copre una superficie di circa 91.800 ettari, territorio amministrativo di 47 comuni che ricadono nelle province di Varese, Milano e Pavia. Di questa superficie, 20.500 ha sono tutelati a Parco Naturale.

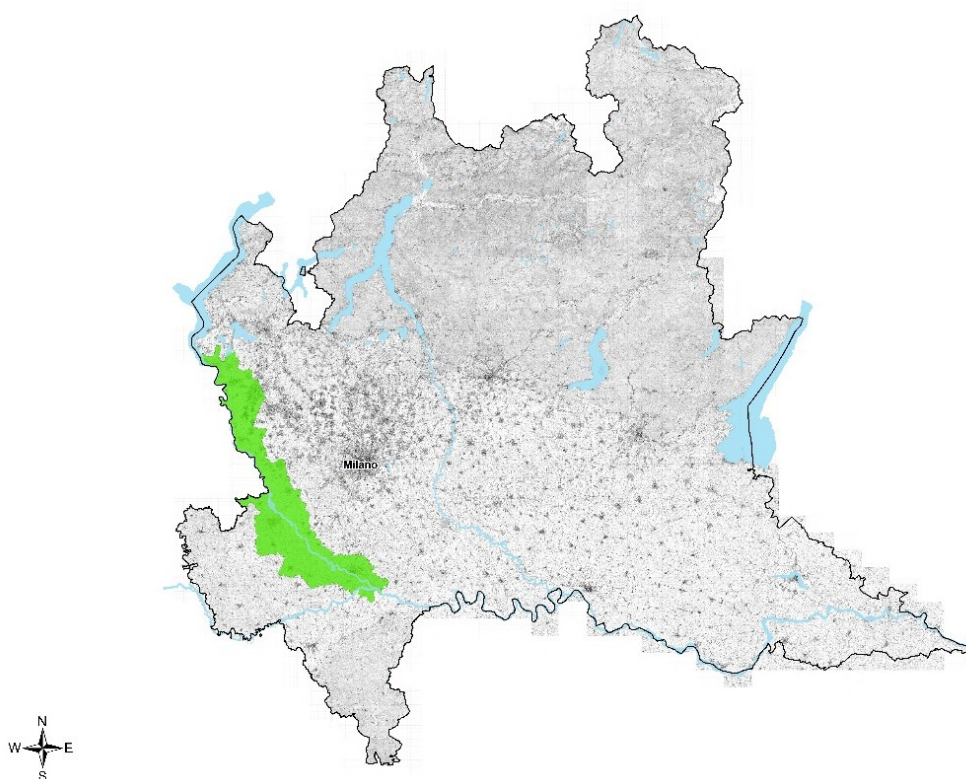


Figura 1.1 – Localizzazione del Parco Lombardo della Valle del Ticino. Fonte: <https://ente.parcoticino.it/il-parco/il-parco-in-cifre/>

L'Ente Parco è stato istituito con legge regionale n. 2 del 9 gennaio 1974, ha sede a Magenta (MI) e, secondo lo Statuto, si occupa di realizzare e conservare il Parco Lombardo della Valle del Ticino, con attenzione prioritaria all'ecosistema fluviale, comprendente le acque, l'aria, il suolo, la vegetazione e la fauna; inoltre, l'Ente ha il compito di pianificare e gestire il territorio anche per la sua componente storica, archeologica, paesaggistica e culturale, insieme alla promozione delle attività agricole e tradizionali, facendo sì che sia possibile una crescita socio-economica in armonia con l'ambiente naturale. Inoltre, l'Ente ha il ruolo di incoraggiare e sostenere la ricerca scientifica per una sempre migliore conoscenza del territorio e di promuovere iniziative di educazione ambientale per far conoscere i vari aspetti delle aree tutelate.

Il 55% del territorio del Parco del Ticino è costituito da aree agricole, il 22% da foreste (le foreste rappresentano invece il 60% del territorio del parco piemontese), il 20% è dato da aree urbanizzate e il 3% dal reticolo idrografico.

Il Parco si sviluppa proprio a partire dal fiume Ticino, che ha una lunghezza totale di 248 km, e nasce in Svizzera, presso il Passo di Novena, dove si trova la sua sorgente principale a circa 2480 metri s.l.m.; scorre nel territorio elvetico, fino a sfociare nel Lago Maggiore, da cui poi prosegue uscendo dal bacino in corrispondenza di Sesto Calende (VA), per poi attraversare la Pianura Padana e confluire nel Po, in località Ponte della Becca (PV). Il tratto compreso tra Sesto Calende e Ponte della Becca, ossia l'area all'interno del Parco, ha una lunghezza di circa 110 km.

Nella zona più a nord, dal Lago Maggiore alla Maddalena di Somma Lombardo (VA), il fiume presenta meandri molto incisi all'interno dei depositi morenici; nella parte successiva, fino a Motta Visconti (MI) l'andamento si presenta più anastomizzato, con un letto particolarmente ampio e una buona presenza di isole create dai canali e rami secondari; infine, nella parte più a sud fino alla confluenza con il Po, il corso torna a essere unico e meandriforme. In tutte le sue parti, l'andamento del corso del fiume è comunque in costante evoluzione, aspetto di fondamentale importanza dal punto di vista ecologico. La trasformazione antropica ha sicuramente influito e modificato le sponde del corso d'acqua, anche se, rispetto ad altri fiumi della Pianura Padana, il Ticino mantiene un buon livello di naturalità, anche grazie a diversi progetti portati avanti dal Parco.

La Valle del Ticino, nonostante si inserisca all'interno di una delle aree più urbanizzate e antropizzate d'Europa, è caratterizzata da una molteplicità di ambienti naturali ed ecosistemi, che comprendono il fiume stesso, le zone umide, gli ambienti ripariali, prati, brughiere, le foreste e i paesaggi agrari. Proprio grazie a questa diversità di ecosistemi, il Parco del Ticino è una delle zone naturalistiche più importanti della Pianura Padana, rappresentando un importantissimo serbatoio di biodiversità

(attualmente nel Parco sono censite 6235 specie viventi, di cui 3264 del regno animale, 1386 del regno dei funghi e 1585 del regno vegetale) e al tempo stesso svolgendo un ruolo fondamentale come corridoio ecologico tra Alpi e Appennini, ma anche come aree di sosta per la migrazione di molte specie tra l'Europa e l'Africa.

Considerata quindi la sua unicità e rilevanza, all'interno del Parco sono anche stati istituiti diversi siti della Rete Natura 2000 (strumento finalizzato alla conservazione della biodiversità dell'Unione Europea, ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE e della Direttiva Uccelli 2009/147/CE, che si concretizza in una rete ecologica individuata su tutto il territorio dell'Unione): 14 Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e 1 Zona di Protezione Speciale (ZPS) per quanto concerne l'area lombarda, e 1 ZSC nel territorio piemontese.

(<https://ente.parcoticino.it/> e <https://www.parcoticinomaggiore.com/>)

## **1.1 I boschi del Ticino**

Il Parco del Ticino costituisce una delle più importanti aree forestali della Pianura Padana sia in termini di estensione, con i suoi boschi che coprono circa 20.000 ettari, sia di continuità. Gli ambienti forestali sono molteplici (ontaneti, saliceti, pioppeti, castagneti e pinete...), ma i tipi forestali che caratterizzano maggiormente la Valle del Ticino e che rendono questi boschi ancor più importanti sono i querceti e i querceto-carpineti. Un'altra componente di interesse è la vegetazione fluviale, con saliceti, boschi di pioppo, ontaneti e boschi di olmo e di farnia nelle zone più distanti dal fiume stesso; la rilevanza di questi ambienti è data anche dall'equilibrio dinamico del fiume Ticino, conseguenza del verificarsi di fenomeni naturali che garantiscono la continua evoluzione e rinnovazione della successione naturale.

Al momento dell'istituzione del Parco, i boschi si trovavano in condizioni lontane dall'ottimale, con tagli importanti effettuati a partire dagli anni '40, una composizione floristica modificata dall'ingresso delle specie esotiche e anche dal punto di vista faunistico si registrava un impoverimento generale. Inoltre, le trasformazioni sul territorio date dalle necessità di ricostruzione nel secondo dopoguerra avevano ulteriormente influito sugli ambienti e sulle dinamiche degli ecosistemi.

Per la gestione di questi boschi, quindi, l'Ente Parco mira a tutelare e a conservare i boschi presenti, insieme alla volontà di ampliare il patrimonio forestale, con interventi di rimboschimento in aree

degradate e di miglioramento dei soprassuoli già presenti, andando a influenzarne in modo positivo sia la composizione sia la struttura: infatti, uno dei maggiori problemi che oggi permane è quello delle specie esotiche, che in alcuni casi, soprattutto se si fa riferimento alla peculiarità e all'unicità di alcuni tipi forestali presenti nel Parco, arrivano a degradare i boschi; pertanto, le azioni di contenimento e monitoraggio, sia delle specie vegetali sia di quelle animali, risulta fondamentale.

Un altro obiettivo che il Parco si è posto nella gestione dei boschi è la necessità di potenziare il ruolo di corridoio ecologico del fiume Ticino, che collega, anche a livello biologico, le Alpi e gli Appennini e, di conseguenza, l'Europa Continentale con l'area del Mediterraneo e l'Africa.

Sempre riguardo il fiume, il Parco mira anche alla sicurezza idraulica, il cui mantenimento è fondamentale per gli insediamenti umani.

Questi obiettivi, quindi, indirizzano le scelte di gestione del Parco sul breve e lungo periodo, così come le strategie di intervento forestale; queste ultime mirano, tra le altre cose, a tutelare le fasce perifluviali, la cui funzione di "fascia tampone" rispetto alle attività agricole e dall'inquinamento rappresenta un elemento da salvaguardare. Inoltre, nella strategia forestale il Parco vuole porre attenzione alle attività forestali stesse, al fine di incrementare la biodiversità sia floristica sia faunistica. Infine, con gli interventi sui boschi del Ticino, si vuole rendere tali aree fruibili alla collettività, con sentieri, aree di sosta e aree attrezzate. (<https://ente.parcoticino.it/>).

## 2. Inquadramento territoriale delle aree di studio

Per la presente tesi sono state considerate due zone, la Zona A e la Zona B, che si trovano all'interno delle superfici forestali rispettivamente dell'Azienda Agricola Santa Maria del Bosco e l'Azienda Agricola Gaezia.

Si sottolinea che entrambe le aziende rientrano totalmente nel territorio del Parco Lombardo della Valle del Ticino e anche all'interno dell'area tutelata come Parco Naturale. In Figura 2.1 viene mostrata la localizzazione delle superfici aziendali e le aree di Parco.

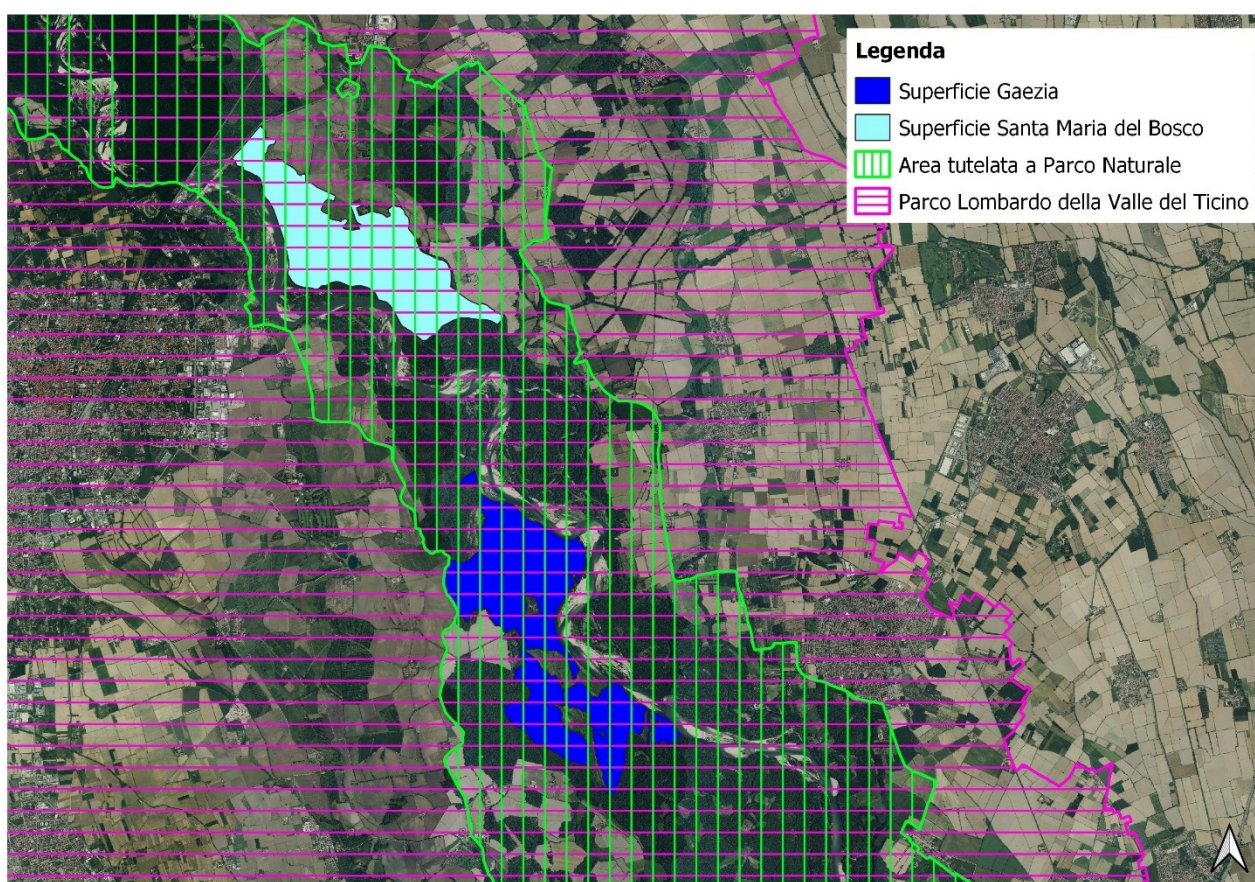


Figura 2.1 – Localizzazione delle due aziende agricole all'interno del Parco Lombardo della Valle del Ticino e dell'area tutelata a Parco Naturale.

Per quanto concerne il clima, per entrambe le aziende si può fare riferimento ai dati per il comune di Vigevano (PV), che vengono qui riportati, analizzando in modo particolare temperature e precipitazioni nel periodo compreso tra 01/01/2004 al 12/12/2023, andando quindi a considerare gli ultimi 20 anni.

Per le temperature si può osservare che, considerando i valori medi nei 20 anni, il mese più freddo è gennaio e quello più caldo è luglio; le temperature massime e minime registrate tra il 2004 e il 2023 vengono riportate in tabella 2.1 divise per mese. La temperatura media annuale è di 13,8°C e l'escursione termica annua è di 21,8°C.

Mese	T max (°C)	T min (°C)
Gennaio	20,7	-18,7
Febbraio	21,3	-13,7
Marzo	27,2	-6,8
Aprile	32,5	-1,5
Maggio	34,3	4
Giugno	36,9	6,5
Luglio	36,6	10,9
Agosto	37,3	9,5
Settembre	34,3	5,2
Ottobre	30,4	0,1
Novembre	22,4	-3,9
Dicembre	18,6	-6,6

Tabella 2.1 – Temperature minime e massime per il periodo 01/01/2004 - 31/12/2023 divise per mese, stazione di Vigevano. Elaborazione su dati di ARPA Lombardia (<https://www.arpalombardia.it/>)

In relazione alle precipitazioni, invece, si riporta in tabella 2.2 la media delle precipitazioni per ogni mese e quella annuale, che si attesta a circa 783 mm. Il mese più piovoso è novembre e quello meno piovoso giugno.

Mese	Precipitazioni medie (mm)
Gennaio	53,4
Febbraio	65,7
Marzo	61,3
Aprile	67,2
Maggio	86,7
Giugno	44,2
Luglio	53,1
Agosto	53,8
Settembre	57,1
Ottobre	71,5
Novembre	108,9
Dicembre	60,1
Precipitazioni medie annuali	783,2

Tabella 2.2 – Precipitazioni medie (mm) per mese per il periodo 01/01/2004 - 31/12/2023, stazione di Vigevano. Elaborazione su dati di ARPA Lombardia (<https://www.arpalombardia.it/>)

Infine, si riporta il grafico termopluviometrico in Figura 2.2, sempre per il ventennio 2004-2023 e per la stazione di Vigevano, che mostra come il mese di giugno sia quello maggiormente problematico in termini di aridità, dal momento che le precipitazioni sono minime e la temperatura invece inizia ad essere tra quelle più alte insieme ai mesi di luglio e agosto.

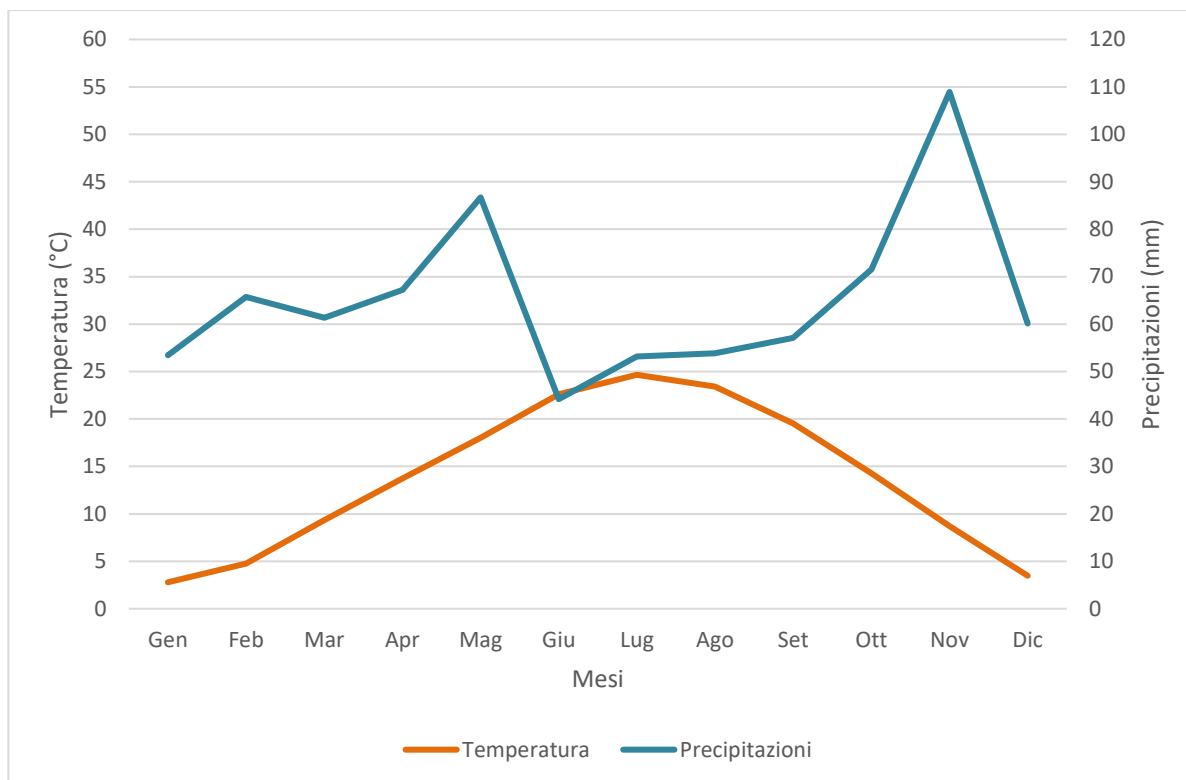


Figura 2.2 – Grafico termopluviometrico per il periodo 01/01/2004 - 31/12/2023 per la stazione di Vigevano. Elaborazione su dati di ARPA Lombardia (<https://www.arpalombardia.it/>)

Nei paragrafi successivi vengono presentati in modo distinto i territori delle due aziende agricole, partendo dall'analisi dei piani di assestamento con validità fino al 2024, al fine di avere una presentazione del quadro complessivo del territorio preso in esame.

## 2.1 Azienda Agricola Santa Maria del Bosco

L'Azienda Agricola Santa Maria del Bosco, all'interno della quale sono stati effettuati i rilievi della Zona A, si trova sulla sponda sinistra del fiume Ticino, a una quota compresa tra 80 e 90 m s.l.m. Ricade nei comuni di Vigevano, Abbiategrasso, e Morimondo (solo per una piccola porzione a sud) (Figura 2.3), nelle province di Pavia e Milano, con una superficie complessiva di 302,607 ha, di cui circa 263 sono suscettibili a erosione, dal momento che si trovano aree di divagazione naturale del fiume.

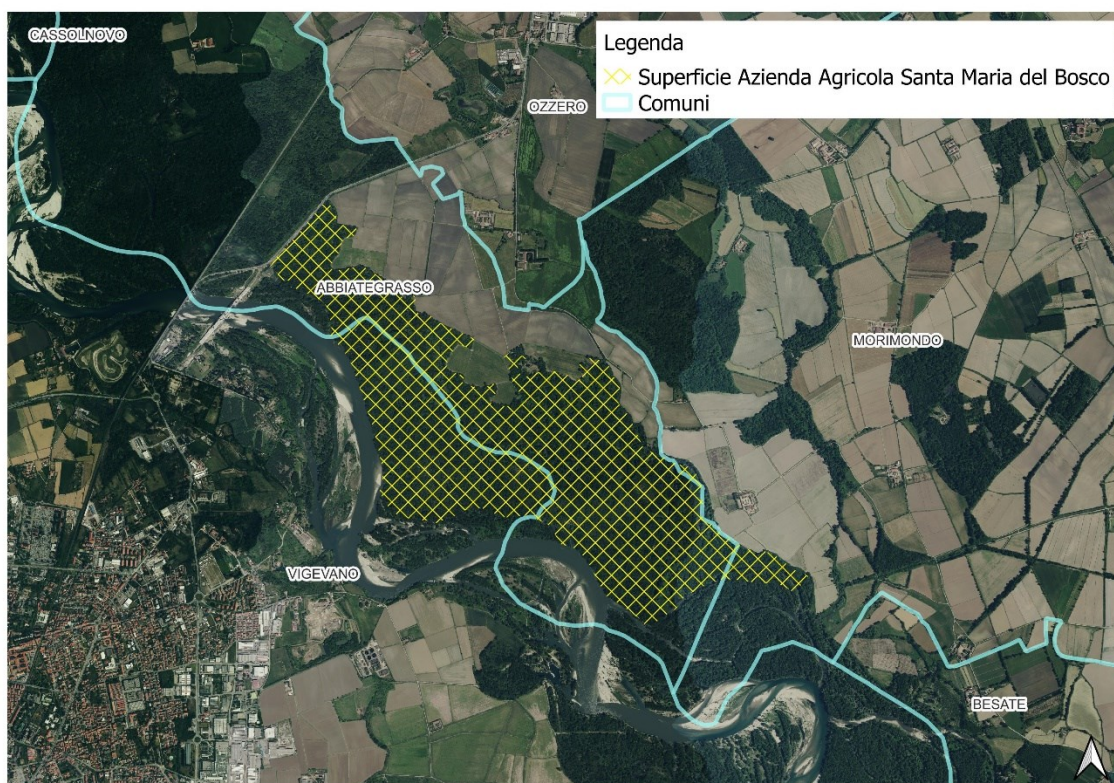


Figura 2.3 – Inquadramento territoriale dell’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco all’interno dei territori comunali.

L’Azienda ricade anche in due siti della Rete Natura 2000: la ZPS “Boschi del Ticino” (codice sito IT2080301) e la ZSC “Basso corso e sponde del Ticino” (codice sito IT2080002).

La morfologia e le caratteristiche pedologiche dell’area sono molto variabili, motivo per cui si riscontra a livello floristico una composizione molto varia per la componente erbacea e arbustiva. La componente arborea si diversifica soprattutto per quanto concerne la struttura, la statura e i portamenti e le principali tipologie forestali presenti sulla proprietà sono: il querceto di farnia con olmo (presente anche la variante con ontano nero e la variante ad arbusti del mantello), il querceto di farnia dei greti ciottolosi, l’alneto di ontano nero tipico, il robinieto misto, e il querceto-carpineto della bassa pianura.

I boschi della proprietà svolgono principalmente una funzione naturalistica e anche secondo il P.T.C. del Parco l’area rientra nella zona “B2 zone naturalistiche di interesse botanico forestale” (Figura 2.4).

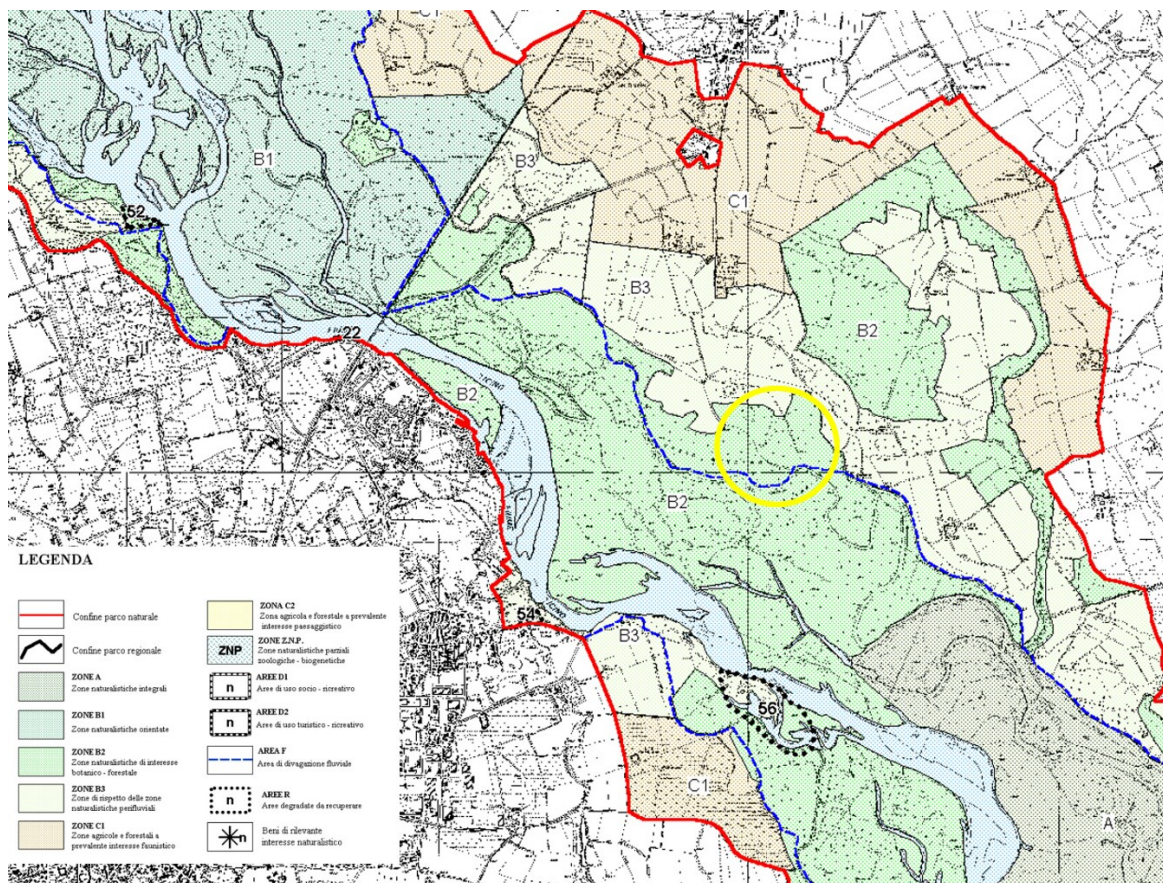


Figura 2.4 – Stralcio della tavola del P.T.C., circondato in giallo l’area dei rilievi nell’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco. Fonte: <https://ente.parcoticino.it/il-parco/il-piano-territoriale-di-coordinamento/>

I boschi della proprietà sono oggetto di un piano di assestamento con validità dal 2015 al 2024, dalla cui analisi emergono alcuni aspetti interessanti dal punto di vista gestionale, alcuni dei quali vengono qui riportati per dare un quadro d’insieme della situazione dei boschi nel 2015 e poter poi confrontare tale situazione con quella attuale, nell’ottica di valutare le dinamiche e l’andamento dei boschi in questione.

Il piano riporta come rilevante la problematica delle specie esotiche, maggiormente presenti rispetto al piano ulteriormente precedente: in particolar modo è indicata la presenza dell’ailanto in modo localizzato solo nella particella 22 e la robinia è presentata come una specie non preoccupante per i boschi della proprietà, con la sola presenza di alcuni nuclei di robinieto puro in aperture causate da schianti o tagli, mentre nelle altre formazioni la robinia risulta quasi assente.

Si riporta di seguito in Figura 2.5 la tavola delle specie esotiche presente nel Piano di Assestamento.

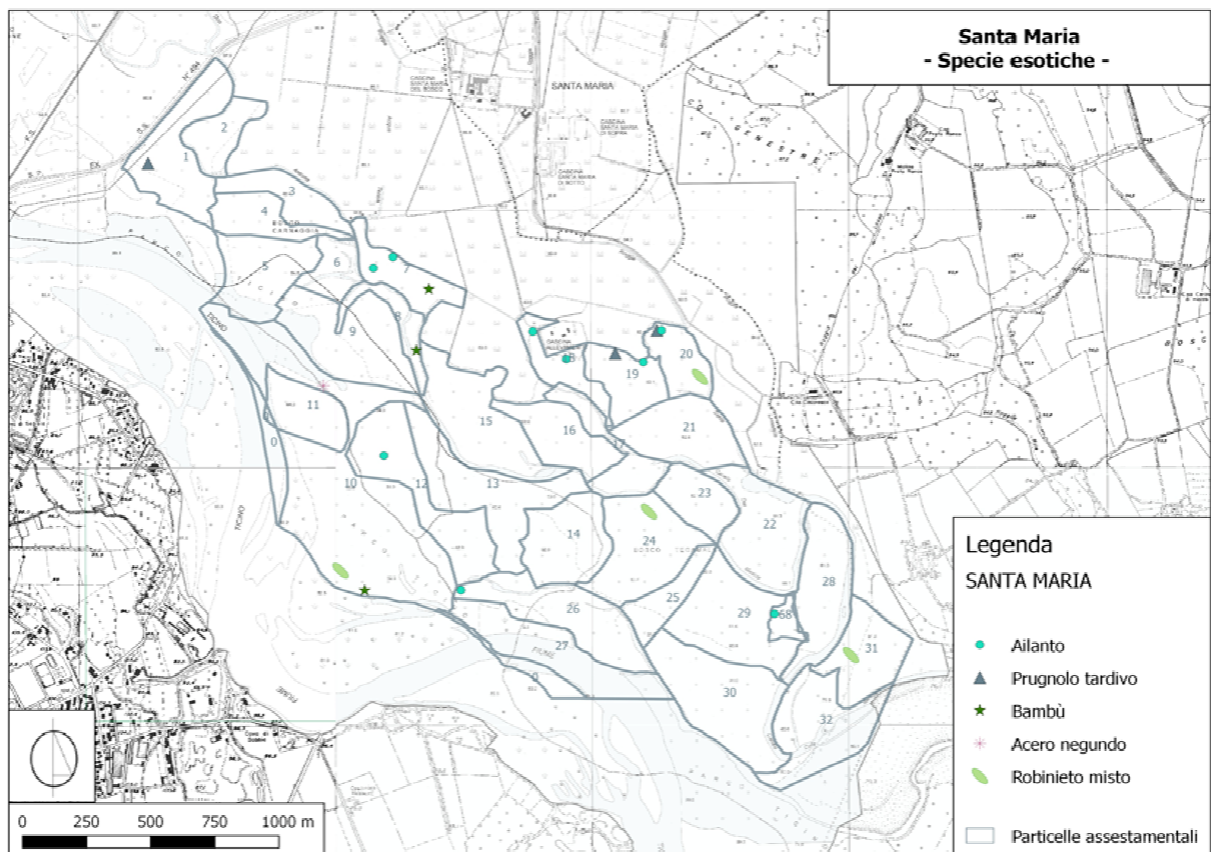


Figura 2.5 - Tavola delle specie esotiche presente nel Piano di Assesamento. Fonte: Merati M. 2015. Piano di Assesamento semplificato Azienda Agricola Santa Maria del Bosco

Per quanto concerne la rinnovazione naturale, nel piano di assesamento si sottolinea come le specie arboree rinnovino con difficoltà: nei boschi mesofili l'acero campestre è l'unica specie che presenta un buon numero di semenzali, la farnia solo pochi semenzali a ettaro e in cattive condizioni, e manca totalmente la rinnovazione di pioppo, ontano e robinia. Al contrario, la rinnovazione delle specie arbustive risulta particolarmente diffusa, creando quindi un'importante competizione per le altre specie.

La rinnovazione delle specie arboree torna a essere presente solo in corrispondenza di radure, in particolar modo è stata rilevata la rinnovazione della farnia, dell'acero campestre, del carpino bianco e dell'olmo, con altezze comprese tra i 40 cm e i 2 m di altezza (le altezze maggiori sono principalmente indicate per la farnia), a cui si aggiunge anche il pioppo, che nelle altre aree risulta totalmente assente.

Nei boschi mesoigrofilo, la specie che si rinnova maggiormente è la farnia, che però fatica a superare i 40 cm di altezza, mentre l'acero campestre e il pioppo riescono ad arrivare ad altezze superiori.

Infine, nelle aree più xerofile, la rinnovazione e i semenzali di farnia, cerro e roverella sono quasi assenti o molto scarsi, mentre prevale l'olmo campestre. In queste zone il piano riporta una rapida diffusione dell'ailanto.

### **2.1.1 Zona A – Rilievi nell'Azienda Agricola Santa Maria del Bosco**

Nella Zona A sono stati eseguiti la maggior parte dei transetti e delle aree di saggio, dal momento che questa, rispetto alla Zona B, ha subito i danni maggiori a seguito dell'evento estremo del 26/08/23 e l'area di schianto è di dimensioni ben superiori. L'area dei transetti si trova all'interno delle particelle assestamentali 19 e 21.

#### Descrizione della particella 19 secondo il piano di assestamento:

La particella 19 si trova nel comune di Abbiategrasso (MI) a una quota di 82-83 m s.l.m.

“Il soprassuolo è costituito da quercu-carpinetu con Farnia, Cerro e Carpino bianco, quest'ultimo presente nel piano inferiore e talora anche in quello superiore con individui da seme di grosso diametro. Lungo il margine superiore della particella si rileva la presenza abbondante di Prunus serotina e Ailanto. Verso il confine con la particella 20, è stato effettuato nel passato un rimboschimento, le cui piante mostrano ad oggi un buon attecchimento e sviluppo. Procedendo verso sud compare l'Ontano nero, insieme a Carpino bianco, Pado e Olmo campestre. Verso est, invece, la presenza di Robinia ostacola lo sviluppo di giovani carpini e olmi presenti nel piano inferiore”. (Merati M., 2015)

Dai rilievi effettuati per il piano di assestamento, e quindi del 2014, risultano presenti le seguenti specie: farnia, cerro, carpino bianco, acero campestre, ontano, pioppo bianco, pioppo spp e pioppo nero.

#### Descrizione della particella 21 secondo il piano di assestamento:

La particella 21 si trova anch'essa nel comune di Abbiategrasso (MI) e a una quota di 82-83 m s.l.m.

“Il settore orientale della particella, lungo la Roggia Santa Maria, è occupato da un querceto umido con Farnie a sviluppo e portamento molto buoni, con frammisti Ontani neri, interposti e codominanti e, nelle zone più mesofile, Carpino bianco. Verso ovest l'Ontano è sempre ben presente, in particolare al confine con la particella 19, dove è specie prevalente. Nel piano inferiore si ritrovano Olmo campestre e Pado, talora anche Acero campestre. La rinnovazione si limita quasi

esclusivamente al Pado e all’Olmo campestre. Lo strato arbustivo è costituito prevalentemente da Nocciolo, Biancospino, Sanguinello, Evonimo, sporadicamente, nelle aree mesofile, anche Corniolo e Spinocervino”. (Merati M., 2015)

Le specie riscontrate nei rilievi svolti nel 2014 sono: quercia, olmo, carpino bianco, cerro, ontano e pioppo nero.

## 2.2 Azienda Agricola Gaezia

L’Azienda Agricola Gaezia, all’interno della quale sono stati effettuati i rilievi della Zona B, è localizzata in sponda destra del fiume Ticino, a sud-est del centro abitato di Vigevano, su una superficie totale di 435,05 ha compresa tra 65 e 80 m s.l.m. I territori aziendali ricadono per la quasi totalità all’interno del comune di Vigevano, e solo per una minima parte nel comune di Gambolò, nella provincia di Pavia (Figura 2.6).



Figura 2.6 – Inquadramento territoriale dell’Azienda Agricola Gaezia all’interno dei territori comunali.

L'Azienda ricade anche negli stessi due siti della Rete Natura 2000 in cui si trova anche l'Azienda Agricola Santa Maria del Bosco: la ZPS "Boschi del Ticino" (codice sito IT2080301) e la ZSC "Basso corso e sponde del Ticino" (codice sito IT2080002).

L'Azienda è ad indirizzo tipicamente forestale, tanto che circa l'81% della superficie aziendale è coperta da boschi (354,89 ha). L'attitudine dei boschi è prevalentemente naturalistica e non produttiva, ma nel piano di assestamento si sottolinea che esiste anche un'attitudine secondaria, produttiva o protettiva, in base alle caratteristiche dei popolamenti stessi. Pertanto, i boschi sono stati divisi nel piano di assestamento in 3 tipologie in base alla funzione primaria e secondaria: la prima tipologia è costituita dai boschi a sola attitudine naturalistica, ossia quelli che rivestono un ruolo importante dal punto di vista della biodiversità; seguono i boschi con attitudine primaria naturalistica e secondaria protettiva, che a loro volta sono stati distinti in quelli ad attitudine protettiva di tipo quantitativo, ossia tutti quei popolamenti che sono importanti per evitare l'erosione delle sponde, e quelli ad attitudine protettiva di tipo qualitativo, che invece risultano importanti nella resilienza di popolamenti che hanno subito un processo di involuzione; infine, si trovano i boschi con attitudine primaria naturalistica e attitudine secondaria produttiva, che vale per quei boschi la cui gestione produttiva non interferisce in modo problematico con la conservazione delle dinamiche ecologiche e di biodiversità.

Viene riportata in Figura 2.7 una carta rappresentante le particelle assestamentali e la loro rispettiva classe attitudinale.

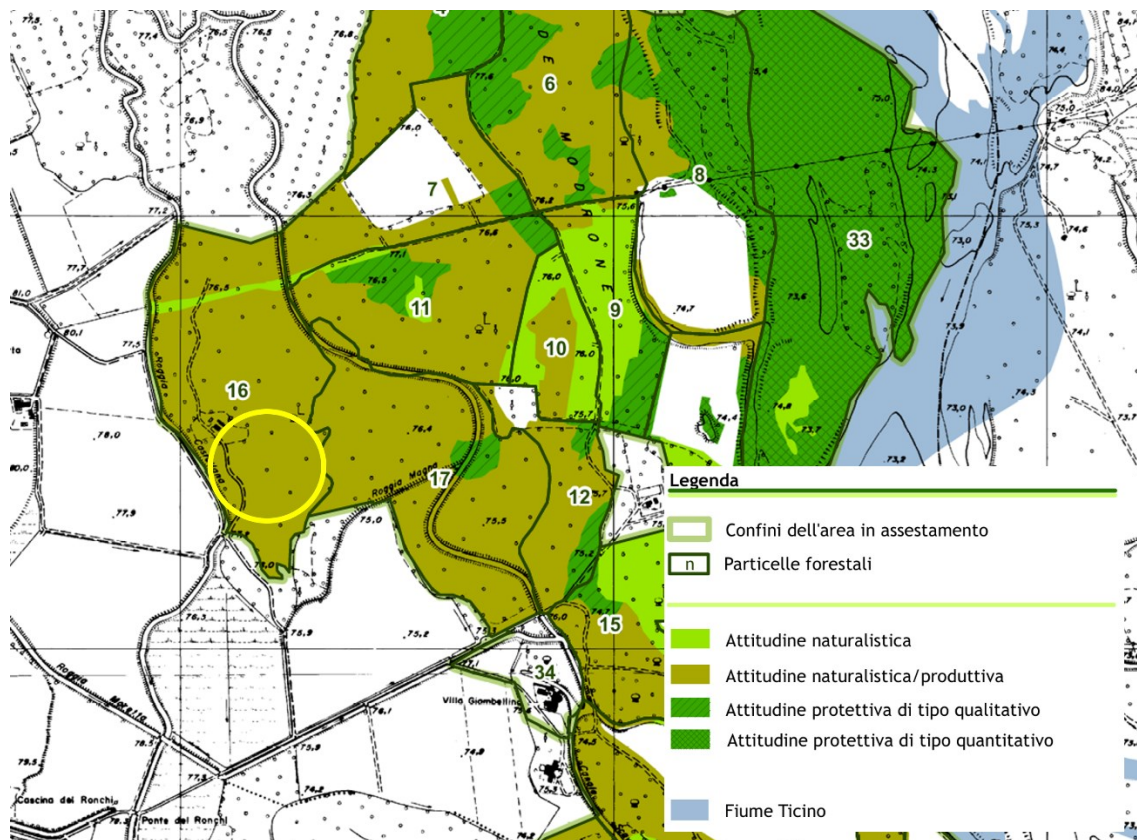


Figura 2.7 – Stralcio della tavola della classe attitudinale del Piano di Assestamento dell’Azienda Agricola Gaezia, in giallo l’area oggetto dei transetti. Fonte: Studio Terra Viva (Vigevano, PV) 2014. Piano di Assestamento Forestale validità 2014 – 2024, Gaezia S.A.S. di Giuseppe Balbo & c. Comune di Vigevano.

Si specifica che i boschi della proprietà anche secondo il P.T.C. del Parco rientrano, come per i boschi dell’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco, nella zona “B2 zone naturalistiche di interesse botanico forestale” (Figura 2.8).

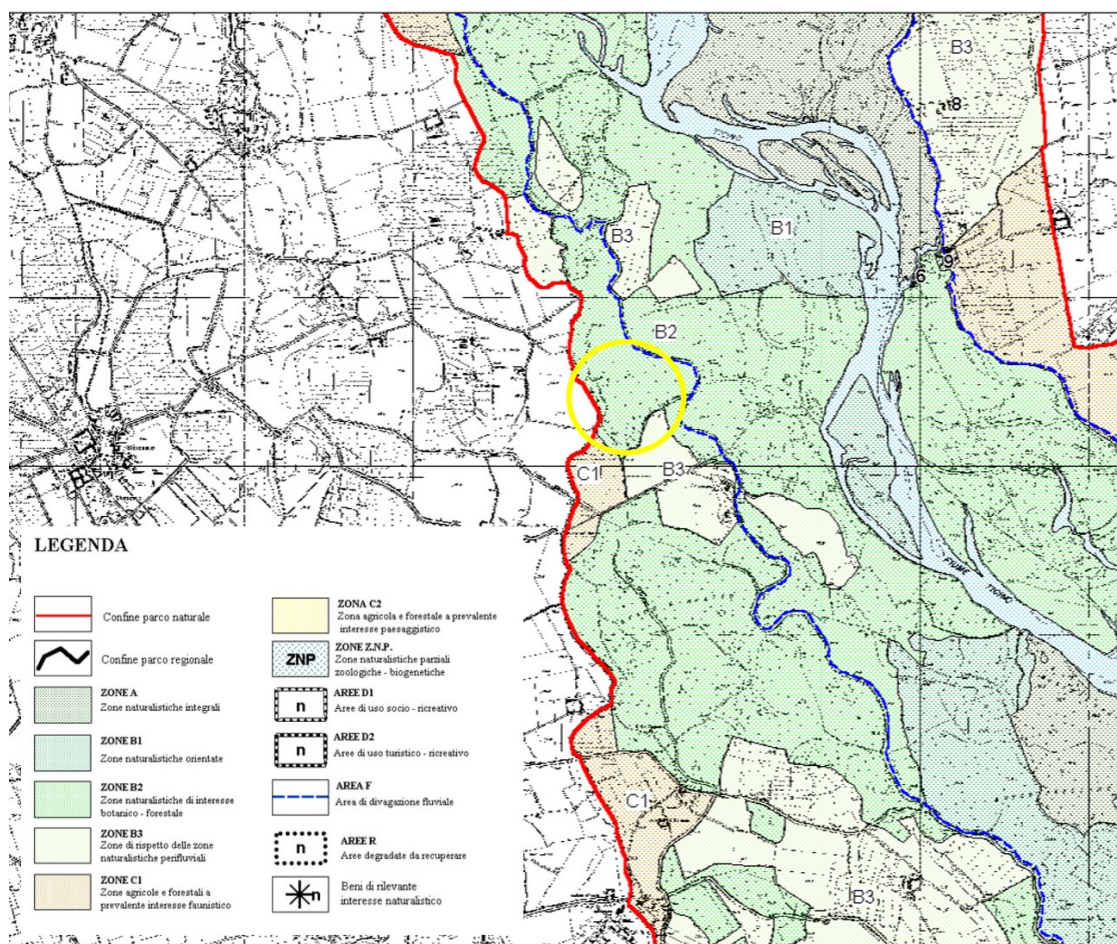


Figura 2.8 – Stralcio della tavola del P.T.C., circondato in giallo l’area dei rilievi nell’Azienda Agricola Gaezia.

Fonte: <https://ente.parcoticino.it/il-parco/il-piano-territoriale-di-coordinamento/>

La situazione vegetazionale e forestale descritta dal piano di assestamento è caratterizzata da un’elevata variabilità delle caratteristiche dei popolamenti, con diversità notevoli anche tra popolamenti di stazioni vicine. Questo aspetto è dato innanzitutto dalla diversità del substrato, che, se in termini generali si tratta di substrati sciolti con elevata permeabilità e porosità, è caratterizzato da condizioni pedologiche differenti soprattutto per quanto concerne la capacità di ritenzione idrica: suoli umido a volte anche con ristagno idrico, suoli freschi e suoli superficiali aridi.

Nelle aree in cui il suolo è più umido (soprattutto in depressioni, nelle aree in prossimità degli alvei o nelle aree di divagazione di corsi d’acqua) si trova una vegetazione igrofila: il genere *Salix* è quello maggiormente presente (soprattutto salice bianco e salicone), seguito dalle specie del genere *Populus*.

Nelle stazioni a suolo fresco, si trova come specie principale la farnia, seguita da altre specie quali il carpino bianco, l’acero campestre, la robinia, i pioppi, il ciliegio e l’olmo campestre.

Infine, dove i suoli sono più superficiali e ghiaiosi, la componente arbustiva vede la presenza di ginestra dei carbonai e rovo, mentre nello strato arboreo permane la presenza della farnia, ma con coperture molto più rade.

In termini di tipi forestali presenti, nell'Azienda Agricola Gaezia si riscontra la presenza del querceto di farnia con olmo (con le varianti con robinia, ad arbusti del mantello e con ontano nero), del querceto di farnia dei greti ciottolosi, del querceto-carpinetto o carpineto della bassa pianura, del robinieto misto e del saliceto di ripa (Figura 2.9).

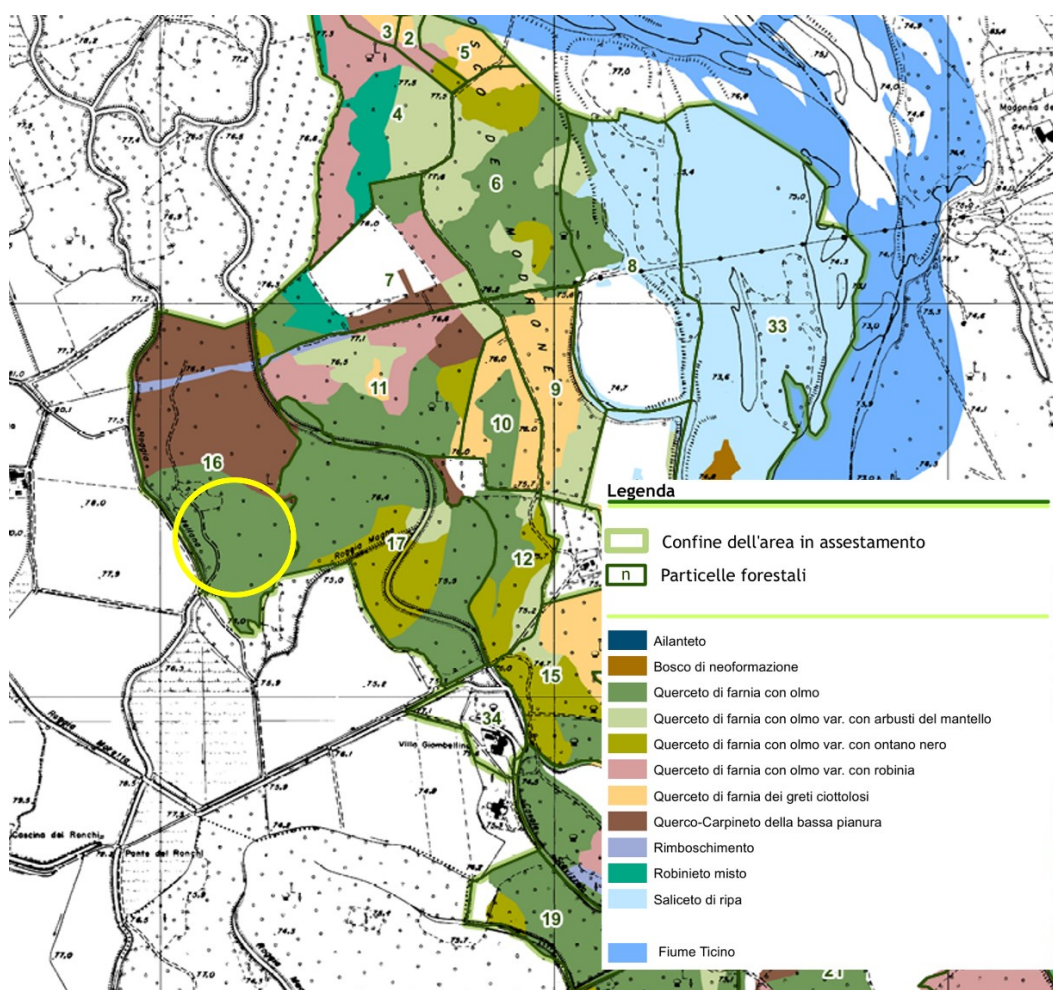


Figura 2.9 – Stralcio della carta dei tipi forestali del Piano di Assestamento dell'Azienda Agricola Gaezia, in giallo l'area dei rilievi. Fonte: Studio Terra Viva (Vigevano, PV) 2014. Piano di Assestamento Forestale validità 2014 – 2024, Gaezia S.A.S. di Giuseppe Balbo & c. Comune di Vigevano.

Secondo il quadro presentato dal piano di assestamento, e quindi riferito all'anno 2014, il 32% dei tipi strutturali rilevati è dato dalla fustaia monoplana con diametri intermedi (farnia e salice), il 20% dalla fustaia biplana o ceduo composto con diametri medi nel piano dominante e piccoli nel piano dominato, il 18% dalla fustaia monoplana con prevalenza di diametri piccoli (olmo) e qualche farnia residua, un altro 18% da fustaia biplana con diametri grossi nel piano dominante e medio-piccoli nel piano dominato, il 7% da fustaia multiplana e il 5% da fustaia monoplana con prevalenza di diametri grossi (soprattutto di farnia) e di diametri piccoli (olmo e ontano) nel piano dominato.

Analizzando lo stato della rinnovazione naturale nei boschi della proprietà dell'Azienda Agricola Gaezia, come in molte aree boscate del Ticino si nota una scarsa rinnovazione della farnia, sia nello stadio di insediamento sia in quello di affermazione.

Per quanto concerne, invece, le specie esotiche, il piano di assestamento riporta la presenza di ailanto localizzato in un ailanteto nella parte sud della proprietà su una superficie di piccole dimensioni, circa 0,64 ha, in particolare tra le particelle assestamentali 28 e 31, e non è invece segnalato in altre particelle. La robinia è presente sia come formazioni pure di robinieto, sia all'interno dei querceti.

### **2.2.1 Zona B – Rilievi nell'Azienda Agricola Gaezia**

Nella Zona B sono stati eseguiti un numero di transetti e aree di saggio inferiore rispetto alla Zona A, dal momento che l'intensità e soprattutto le dimensioni dell'area di schianto sono minori. L'area dei transetti si trova totalmente all'interno della particella assestamentale numero 16.

#### *Descrizione della particella 16 secondo il piano di assestamento:*

La particella 16 si trova nel comune di Vigevano (PV), in località Castellana. L'attitudine primaria è naturalistica e quella secondaria è produttiva.

Si riporta in figura 2.10 uno stralcio della scheda particellare del piano di assestamento raffigurante il grafico della composizione della particella in termini di tipologie forestali presenti.

## Tipologie Forestali

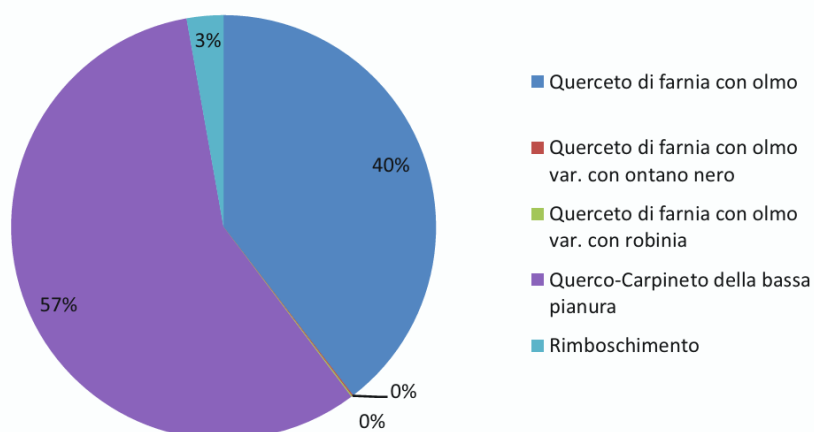


Figura 2.10 – Stralcio della scheda particellare con grafico raffigurante le tipologie forestali presenti all'interno della particella 16 in termini percentuali. Fonte: Studio Terra Viva (Vigevano, PV) 2014. Piano di Assestamento Forestale validità 2014 – 2024, Gaezia S.A.S. di Giuseppe Balbo & c. Comune di Vigevano.

La rinnovazione presente è in misura maggiore di carpino, seguita da farnia e olmo, e infine dall'acero. È indicata la presenza di schianti di farnia e le specie presenti e rilevate nei rilievi svolti nel 2014 sono: robinia, farnia, ontano, carpino, pioppo e olmo.

“La particella è agevolmente distinguibile in due tipi forestali, il Querco-carpineto della bassa pianura presente nella zona nord e il querceto di farnia con olmo che insiste nella zona sud. Nella zona del querco-carpineto, in corrispondenza di un metanodotto, è presente una fascia rimboschita prevalentemente con pioppi. La presenza di un vasto querco-carpineto in questa particella evidenzia la stabilità dell'area, soprattutto rispetto alle dinamiche fluviali. La composizione dello strato arboreo risulta estremamente semplificata, con carpino e farnia e rari aceri, olmi e ciliegi. Lo strato arbustivo è quasi assente, con individui isolati di pado e biancospino. [...] Rara la rinnovazione delle specie autoctone.

Il querceto di farnia con olmo risulta essere invece più complesso con farnie e olmi che si alternano a robinie, carpini, pioppi e ontani. Anche lo strato arbustivo risulta essere particolarmente ricco con nocciolo, corniolo, sambuco, biancospino, ecc. [...] Nel complesso si tratta di una particella con particolare pregio paesaggistico e naturalistico. [...] La rinnovazione, sotto copertura, è a carico delle specie sciafile. Il piano dominante, composto quasi esclusivamente da esemplari di farnia, si presenta in uno stato fitosanitario ottimale. Oltre alla farnia, in modo saltuario, si evidenzia la presenza di individui disposti a piccoli gruppi di robinia. [...]” (Studio Terra Viva, 2014).

### **3. Il bosco e le specie prima dello schianto**

Come descritto nei capitoli precedenti, nelle particelle considerate, sia nella Zona A sia nella Zona B, i tipi forestali presenti nelle aree oggetto dei rilievi sono essenzialmente due: il querceto-carpineto della bassa pianura e il querceto di farnia con olmo. Si procede quindi con una breve descrizione della farnia (si riportano in sintesi solo alcuni aspetti morfologici ed ecologici, con attenzione rivolta al fenomeno del deperimento) e dei tipi forestali in questione, al fine di darne un quadro complessivo.

#### **3.1 La Farnia e la problematica del deperimento**

La farnia (*Quercus robur* L.) è una specie arborea di prima grandezza tipica dei boschi planiziali. La corteccia è grossolanamente fessurata, mentre nelle fasi giovanili è più liscia e grigia; le foglie, caduche e di forma obovata, sono caratterizzate da un picciolo molto corto (circa 2-7 mm), in corrispondenza del quale si trovano due piccole ali (orecchiette o lobi) che lo ricoprono, la lamina fogliare è lunga 10-15 cm e presenta la massima larghezza (circa 7-9 cm) nel terzo superiore. Le ghiande sono sessili, di forma ovale e lunghe 2-4 cm, si trovano a gruppi di 2-3 su un peduncolo comune e presentano una cupola che le riveste per meno di un terzo della lunghezza. L'apparato radicale è superficiale. (Hecker U., 1988)

A livello ecologico è una pianta molto eliofila, per rinnovare ha quindi bisogno di molta luce: spesso si possono trovare moltissime piantine di rinnovazione, ma che poi, se non ricevono la luce necessaria, muoiono e non riescono a svilupparsi e affermarsi; inoltre, sopporta bene la sommersione, motivo per cui si trova facilmente anche in prossimità dei corsi d'acqua, come nel caso dei querceti di farnia con olmo nel Parco del Ticino.

Un aspetto sempre più rilevante legato a questa specie è un generale deperimento, che, nei territori lombardi e della Pianura Padana, tra cui quelli del Parco del Ticino, si è mostrato in modo sempre più evidente a partire dagli anni '90. Il deperimento della farnia è un fenomeno complesso e le cause sono molteplici e derivano da un'interazione sinergica di fattori biotici e abiotici, i quali presi singolarmente non sarebbero sufficienti per spiegare il deperimento stesso. Complessivamente il deperimento porta alla perdita di vitalità della pianta, sia per quanto concerne l'efficienza nell'uso delle risorse, sia per resistenza e resilienza e i sintomi si manifestano con una sempre maggiore trasparenza delle chiome, ingiallimenti e avvizzimenti, emissione di rami epicormici e in alcuni casi si arriva alla morte dell'intera pianta.

Oltre al problema in sé del deperimento di questa specie, si aggiunge il tema della conservazione di questi boschi, dal momento che i querceti rappresentano un'eccellenza del Parco del Ticino, costituendo una delle poche foreste planiziali rimaste nella pianura Padana, con un conseguente elevatissimo valore ambientale e paesaggistico.

Uno degli elementi maggiormente problematici, soprattutto con riferimento al futuro di questi popolamenti, riguarda proprio la rinnovazione e il processo di affermazione della farnia. Gli elementi che giocano un ruolo negativo sono diversi: la competizione con lo strato erbaceo e arbustivo, la predazione a carico delle ghiande e delle piantine da parte soprattutto degli ungulati selvatici, la competizione con le specie esotiche e, infine, il deperimento stesso. Infatti, una delle tante conseguenze del deperimento è proprio la diminuzione del quantitativo di seme prodotto, che, unito al fatto che spesso ci si trova di fronte a soprassuoli relativamente giovani, porta a una scarsa possibilità di rinnovazione. Le difficoltà di rinnovazione possono presentarsi anche quando si osserva una buona presenza, anche in termini di densità, di rinnovazione allo stadio di semenzale, dal momento che, per la sua natura fortemente eliofila, è necessario un apporto di luce notevole per permettere l'affermazione delle piantine; questo avviene generalmente dove manca la copertura arborea, condizioni che però favoriscono anche la diffusione di altre specie, tra cui quelle esotiche, che spesso riescono a sfruttare anche condizioni di luce inferiori a quelle richieste dalla farnia, andando quindi a creare una forte competizione interspecifica. Tra le specie esotiche che possono entrare più facilmente in questi popolamenti e creare problemi soprattutto nei confronti della farnia si citano la robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), che però ormai si può ritenere adattata all'ecosistema, il ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.), la quercia rossa (*Quercus rubra* L.) e l'ailanto (*Ailantus altissima* (Mill.) Swingle), questi ultimi tre invece considerati ancora invasivi (Bianchi L. et al., 2013 e A.A.V.V., 2021).

Con la finalità di comprendere meglio il fenomeno del deperimento della farnia nei vari territori, tra cui proprio il Parco del Ticino, è stato attivato il progetto "RESQ - Deperimento della quercia nei boschi planiziali: studio multidisciplinare per la selezione di risorse genetiche resistenti", finanziato da Regione Lombardia, coordinato dall'Università di Pavia, in collaborazione con l'Istituto di Bioscienze e Biorisorse del CNR di Firenze e l'Università della Basilicata. L'obiettivo del progetto era indagare le cause e le condizioni che provocano o favoriscono il deperimento della farnia per poter poi limitarlo con strategie e mezzi efficaci. Per fare ciò sono state studiate coppie di piante, delle quali una sana e una deperiente, raccogliendo più dati possibili dal punto di vista microclimatico, biotico, floristico-vegetazionale, dendrocronologico e genetico.

I risultati mostrano come né le caratteristiche micro-ambientali, né l'efficienza dell'uso dell'acqua, né patogeni fungini, né fattori ecologici siano particolarmente differenti tra le piante sane e quelle deperienti; ad esempio, dal punto di vista floristico-vegetazionale non sono state riscontrate differenze tra le stazioni di farnie e sane e quelle deperienti, cosa che ha quindi permesso di sapere che le condizioni ambientali non hanno un ruolo primario nel determinare i processi di deperimento della farnia.

La differenza principale riscontrata tra le piante sane e quelle deperienti è legata all'accrescimento annuale in diametro: infatti, gli individui deperienti mostrano un incremento radiale assai limitato, soprattutto negli ultimi 20 anni, cosa che quindi permette di conoscere in anticipo il livello di deperimento. In Figura 3.1 viene riportato un esempio di differenza di ampiezza degli anelli tra una pianta sana e una deperiente, tratto dalle pubblicazioni dei risultati del progetto ResQ stesso.

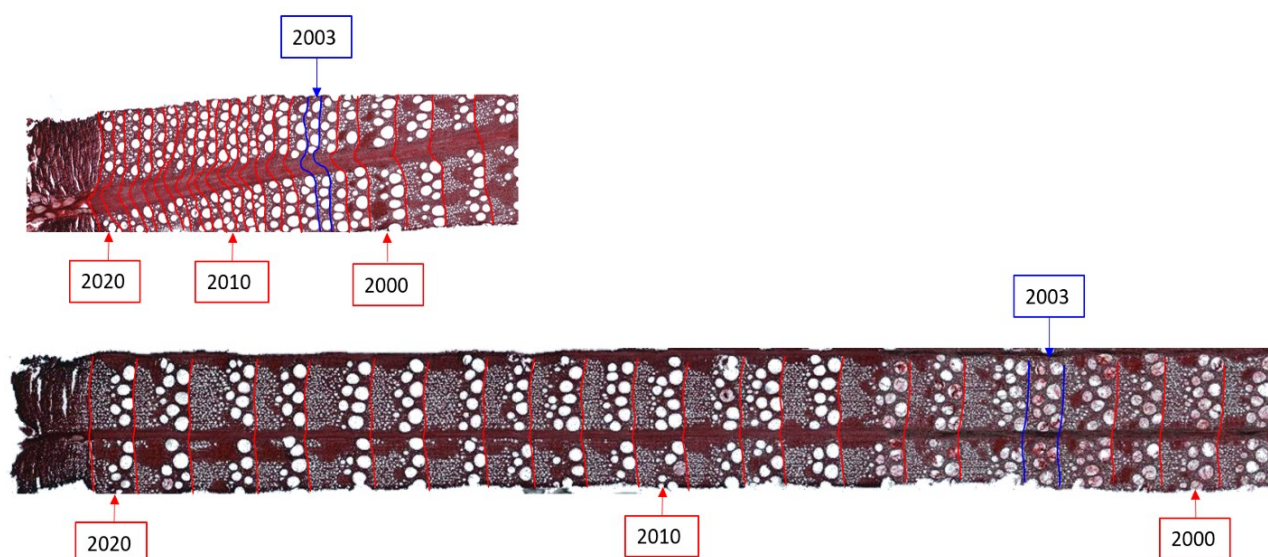


Figura 3.1 – Differenza di dimensione degli anelli di una pianta deperiente (in alto) rispetto a quelli di un individuo sano (in basso), rappresentati con medesima scala. Le carote incrementali derivano da due individui della Fagiana, Parco del Ticino. Fonte: <https://resq.unipv.it/prodotti/3/>

Inoltre, dal punto di vista genetico, è stato osservato che esistono circa mille geni connessi con il fenomeno del deperimento, cosa che permette quindi di distinguere individui resistenti ai fini di una raccolta di semi da utilizzare per la rinnovazione artificiale.

Questo progetto, quindi, ha permesso di analizzare meglio alcune dinamiche e cause del deperimento, che andranno però ulteriormente approfondite proprio perché rimane un quadro complesso e causato da più fattori concomitanti. (<https://resq.unipv.it/>)

### 3.2 Il Quercocarpineteto

Le formazioni in cui la presenza del carpino ha un ruolo importante, anche quando non rappresenta la specie dominante, rientrano nella categoria dei quercocarpineteti, che si differenziano innanzitutto in termini di regione forestale: si trova quindi il quercocarpineteto planiziale, presente prevalentemente in Lombardia e Friuli-Venezia Giulia, il quercocarpineteto collinare, il carpineteto esalpico e il carpineteto con osteria. I quercocarpineteti presentano un funzionamento complesso, che dipende dalla diversa tipologia; di seguito verrà approfondito esclusivamente il quercocarpineteto planiziale e in modo particolare quello della Valle del Ticino, che si differenzia dagli altri dal momento che è particolarmente influenzato dal fiume Ticino stesso e dal suo dinamismo: infatti, in base alle caratteristiche delle piene in termini di intensità, rapidità e frequenza e alla morfologia fluviale, si possono avere modifiche più o meno determinanti nel corso degli anni, che a loro volta influiscono sulle dinamiche ecologiche della vegetazione.

I quercocarpineteti planiziali vedono nelle prime fasi una struttura biplana, con la farnia nel piano dominante e il carpino bianco in quello dominato. Questa struttura si modifica con il tempo, dal momento che il carpino andrà a riempire gli spazi liberi del piano superiore, riducendo in modo drastico il quantitativo di luce che arriva al suolo, determinando quindi una diminuzione della componente arbustiva ed erbacea e rallentando i processi di degradazione della sostanza organica. Al tempo stesso, le farnie di età maggiore vanno incontro a un generale deperimento, con disseccamento della chioma e marciumi radicali, che provocano spesso lo schianto di queste piante e l'apertura di buche. Queste zone aperte dovrebbero teoricamente favorire la rinnovazione della farnia, che al contrario sotto la copertura dei carpini non riesce ad affermarsi, in primo luogo per la mancanza di luce. Tuttavia, anche nelle zone marginali del bosco o nelle aperture, si riscontra una scarsa rinnovazione della farnia, che può essere spiegata da molteplici fattori, alcuni dei quali ancora non noti. In particolare, nei boschi della valle del Ticino, spesso si osserva che, in queste aree aperte in cui ci si potrebbe aspettare la rinnovazione di farnia, "compare una fitta vegetazione di varie specie rientranti nella generica categoria delle "nitrofile", fra le quali vi è anche il rovo. Trascorso un certo numero d'anni, durante i quali questo tipo di vegetazione determina totale copertura del suolo, s'insedia lentamente la rinnovazione di carpino bianco, mentre quella di farnia o manca o non riesce ad affermarsi" (Del Favero, 2004). Questa difficoltà nella rinnovazione porta con il tempo, unita al generale deperimento della farnia, a un progressivo aumento della componente di carpino e di conseguenza alla trasformazione in un carpineteto puro. (Del Favero, 2004)

Per i tipi forestali della regione Lombardia, i quercu-carpineti si distinguono in:

- Quercu-carpineto della bassa pianura (con variante orientale)
- Quercu-carpineto dell'alta pianura (con variante alluvionale)
- Quercu-carpineto collinare di rovere e/o farnia
- Carpineto con ostra (con variante con cerro)

### **3.3 Il querceto di farnia (con olmo)**

Questa tipologia di bosco, generalmente presente su depositi fluviali fini, si ritrova soprattutto lungo il fiume Ticino ed è caratterizzato dalla prevalenza della farnia, accompagnata dall'olmo campestre. Spesso queste formazioni non vedono possibile l'evoluzione verso il quercu-carpineto, dal momento che sarebbe necessario che per molti anni non vi sia inondazione da parte del fiume e al tempo stesso vi siano tutte le condizioni necessarie per lo sviluppo di questa tipologia forestale in termini di suolo e falda. La regressione verso i saliceti, invece, risulta più semplice e rapida, sempre in relazione alle modifiche del corso del fiume. (Del Favero, 2004)

Per i tipi forestali della regione Lombardia, i querceti di farnia si trovano all'interno della categoria dei querceti, nella sottocategoria dei querceti sui substrati sciolti, che viene di seguito riportata:

- Querceto primitivo di rovere su falda detritica
- Querceto di rovere e/o farnia delle cerchie moreniche occidentali
- Querceto di rovere e/o farnia del pianalto (con variante con carpino bianco)
- Querceto di farnia dei dossi sabbiosi
- Querceto di farnia dei greti ciottolosi
- Querceto di farnia con olmo (con variante con ontano nero, che si riscontra nelle aree dove l'acqua ristagna, e variante ad arbusti del mantello, dove invece l'acqua è maggiormente drenata e sono presenti varie specie arbustive nello strato al di sotto delle farnie)

## 4. L'evento

Durante l'estate 2023 nei territori del Parco del Ticino si sono verificati alcuni nubifragi, in particolare nelle giornate del 25 luglio e del 26 agosto; in quest'ultima data l'evento meteorologico estremo ha interessato in modo particolare i comuni dell'area oggetto dei rilievi ed è stato caratterizzato da venti molto intensi, che hanno superato i 100 km orari, cosa che ha provocato gli schianti da vento, i cui danni e le cui conseguenze sui popolamenti forestali sono argomento della presente tesi.

Le testate giornalistiche hanno riportato quanto i danni siano stati ingenti e quanto l'evento possa essere paragonato all'evento "Vaia" del 2018: nonostante l'area colpita e le piante schiantate siano minori, l'evento del 26/08/2023 risulta rilevante soprattutto perché ha colpito e intaccato alcune delle poche foreste di quercia di significative dimensioni rimaste della pianura padana: pertanto, pur essendo di portata notevolmente diversa, l'impatto risulta essere comunque rilevante, proprio perché l'evento ha compromesso foreste con caratteristiche rare sul territorio della Pianura Padana.

Per approfondire l'evento meteorologico, si è deciso di analizzare in modo particolare l'andamento della velocità del vento nelle aree oggetto di indagine: per fare questo sono stati utilizzati dati di ARPA Lombardia, considerando le stazioni di "Beregardo Fornasetta" e di "Abbiategrasso - Strada Casalina", in quanto stazioni meteo più vicine alle aree considerate.

Sono stati quindi richiesti i dati di velocità del vento e velocità delle raffiche di vento per periodo dal 24 al 27 agosto 2023 in entrambe le stazioni ad ARPA Lombardia. I dati sono stati poi elaborati e analizzati, costruendo i grafici di andamento della velocità del vento nelle giornate dal 24/08/2023 al 27/08/2023, riportati in Figura 4.1 per la stazione di Abbiategrasso e in Figura 4.2 per la stazione di Bereguardo.

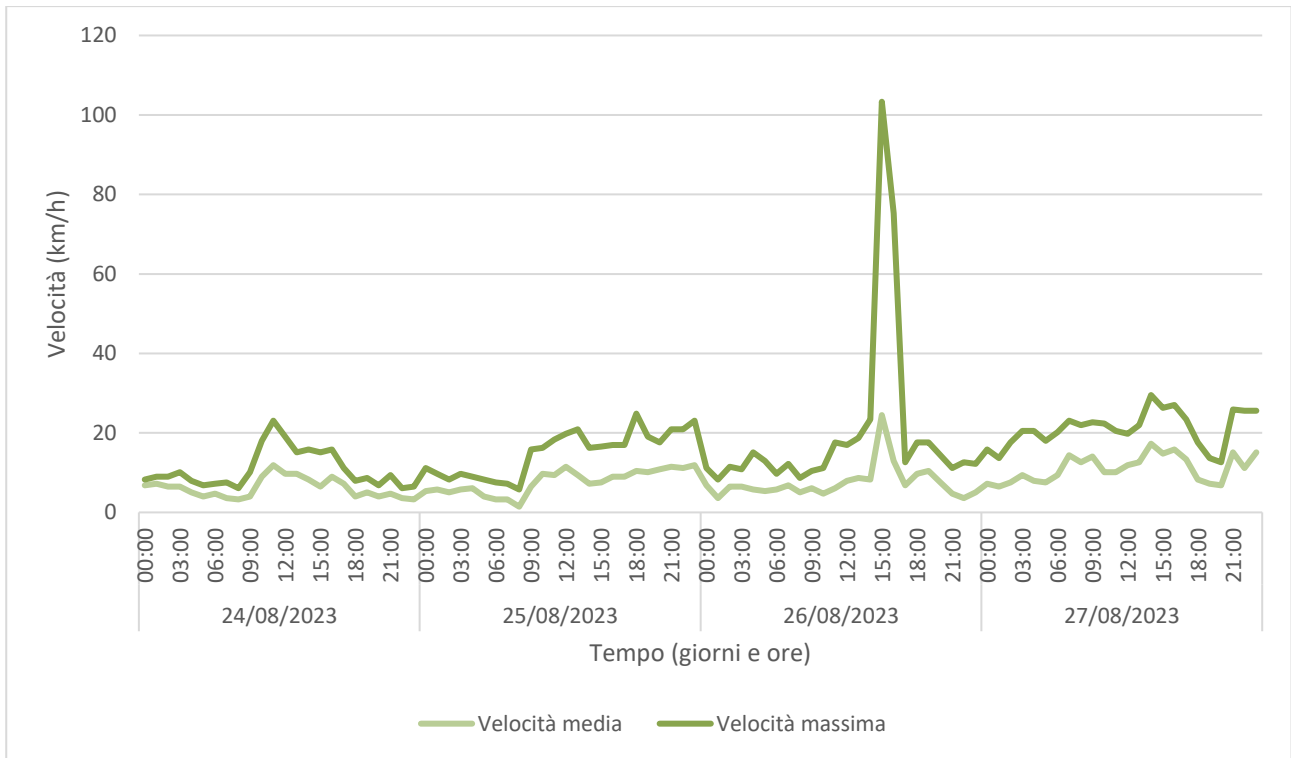


Figura 4.1 – Grafico velocità del vento dal 24/08/23 al 27/08/23 per stazione ARPA Lombardia di “Abbiategrasso - Strada Casalina”. Elaborazione personale su dati <https://www.arpalombardia.it/>

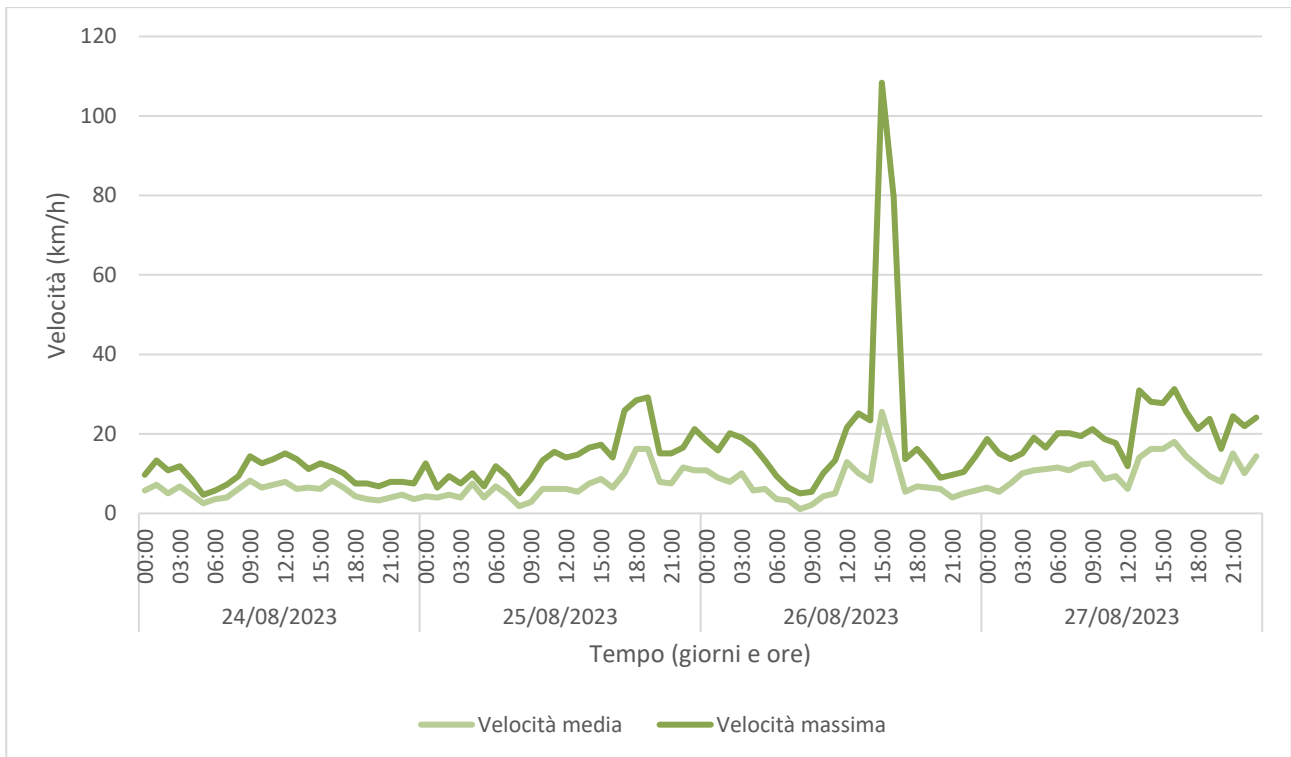


Figura 4.2 - Grafico velocità del vento dal 24/08/23 al 27/08/23 per stazione ARPA Lombardia di “Beregardo Fornasetta”. Elaborazione personale su dati <https://www.arpalombardia.it/>

Si sottolinea quanto, sia per la stazione di Bereguardo, sia per quella di Abbiategrasso, si possa notare il picco di velocità del vento intorno alle ore 15:00 del 26/08/2023, che è risultato essere pari a 103 km/h per Abbiategrasso e 108 km/h per Bereguardo.

#### **4.1 Danni causati**

È stato stimato che il vento abbia danneggiato tra gli 800 e i 1000 ettari di foreste, stima che non ha un valore preciso a causa della difficoltà nel percorrere tali superfici e per i danni che in molte aree si sono verificati in modo discontinuo e su piccole porzioni più o meno distanti tra loro (Caronni F., comunicazione personale). Gli schianti da vento hanno colpito in modo particolare la farnia, già in compromessa da un generale deperimento.

Per un'analisi dei danni causati dall'evento del 26/08/2023 sulle superficie oggetto di indagine, sono stati utilizzati alcuni dati dello studio Terra Viva (Vigevano), che riportano le aree schiantate e il livello di danno per le diverse particelle forestali.

Per quanto concerne la Zona A (Azienda Agricola Santa Maria del Bosco), si riporta in Figura 4.3 la carta "Intensità di danno", che caratterizza le particelle forestali su 3 livelli di danno: intensità di danno medio bassa (danno tra 25%-50%), intensità di danno medio alta (danno tra 50%-75%) e intensità di danno alta (danno maggiore del 75%). Si nota come i transetti effettuati in questa Zona A siano stati volutamente posizionati nelle particelle 19 e 21 che vengono nella carta caratterizzate con il livello più alto di danno.

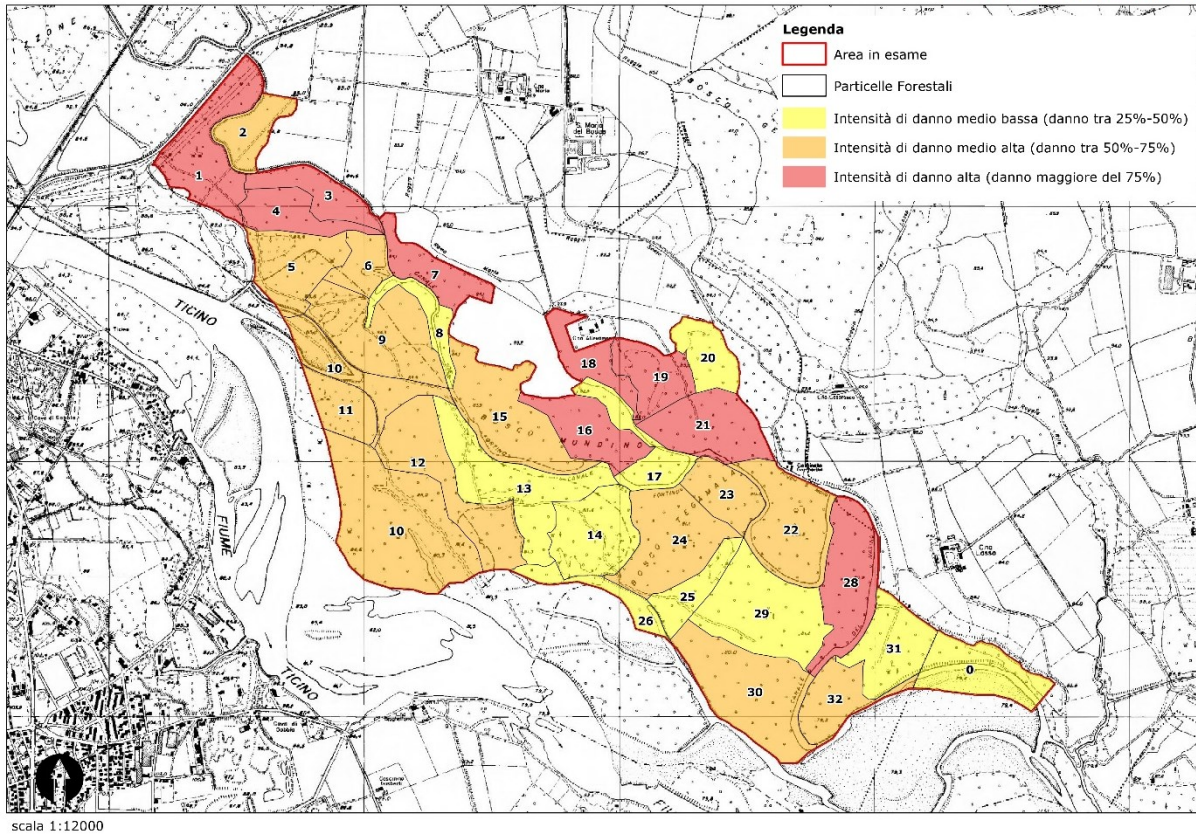


Figura 4.3 – Carta “Intensità di danno”, fonte: Studio Terra Viva, Vigevano (PV).

Analizzando le particelle e le relative intensità di danno, si sottolinea come già solo nell’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco, le particelle con il livello di danno del 25%-50% ricoprono una superficie di circa 79 ha, quelle con danno del 50%-75% sono pari a circa 147 ha e quelle con danno più elevato ricoprono una superficie pari a circa 69 ha. Pertanto, considerando le particelle con un danno maggiore del 50%, si contano 216 ha.

Per quanto concerne invece la Zona B (Azienda Agricola Gaezia) le aree di schianto sono state perimetrare in modo più accurato e indicate nella carta riportata di seguito in Figura 4.4. I transetti si sono concentrati nello schianto localizzato nella parte sud della particella 16.

Anche in questo caso, è possibile valutare l’estensione delle aree schiantate, che solo in quest’area risulta essere pari a circa 82 ettari.

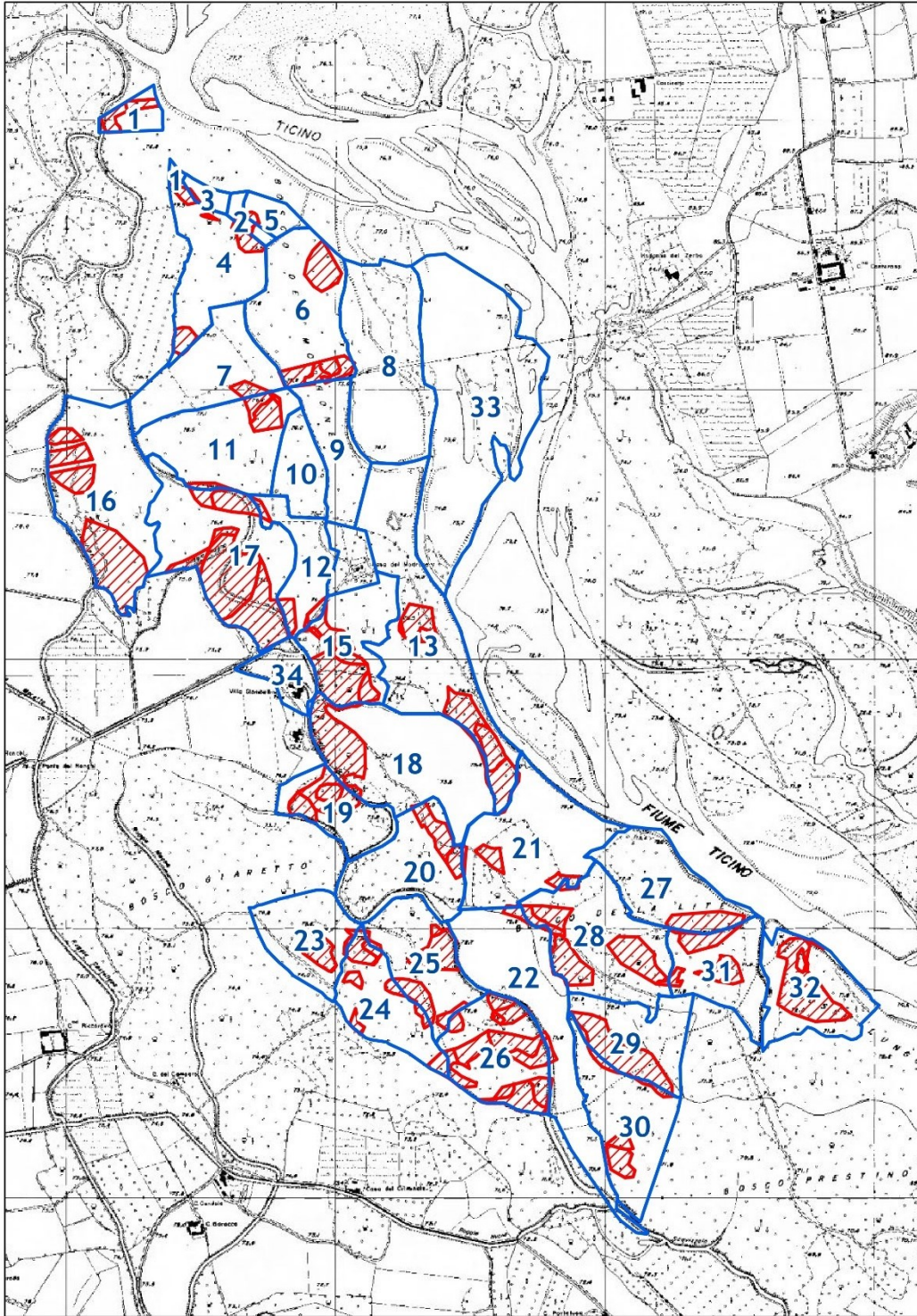


Figura 4.4 – Danni a seguito dell’evento del 26/08/23 Azienda Agricola Gaezia, fonte: Studio Terra Viva, Vigevano (PV).

Al fine di rendere maggiormente chiaro, anche a livello grafico, l'impatto dell'evento sulle foreste considerate, si è deciso di analizzare e mostrare le aree anche tramite dati telerilevati, con l'elaborazione di indici che possano mettere in luce la diversa severità degli schianti nelle aree oggetto di studio. Per fare questo, sono stati elaborati e utilizzati gli indici NDVI e NDWI8A, che risultano particolarmente utili nell'identificare le aree schiantate (Olmo et al., 2021).

Con l'elaborazione dell'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), "la combinazione della banda rossa (B4, ~0,65 µm), sensibile al contenuto di clorofilla e della banda NIR (B8, ~0,85 µm), sensibile alla struttura fogliare, consente il rilevamento della vegetazione. L'NDVI varia tra -1 e 1. I suoli nudi hanno valori intorno a 0, i valori negativi vengono restituiti dalle superfici idriche, mentre i valori positivi si trovano nelle aree vegetate, maggiori sono i valori maggiore è la biomassa." (Olmo et al., 2021).

L'indice NDVI si calcola utilizzando le bande B08 e B04 (disponibili con risoluzione di 10 metri) con la seguente formula (Figura 4.5):

## Normalized Difference Vegetation Index

$$NDVI = \frac{B08 - B04}{B08 + B04}$$

Figura 4.5 – Formula per il calcolo dell'indice NDVI. Fonte: Olmo et al., 2021

L'indice NDWI8A (Normalized Difference Water Index 11 with 8A band), invece, è una variante dell'indice NDWI, il quale "combina le bande NIR (~0,85 µm) e SWIR (~1,6 µm) per il monitoraggio dello stress idrico nelle piante. La riflettanza SWIR riflette i cambiamenti sia nel contenuto idrico della vegetazione sia nella struttura spugnosa del mesofillo nelle chiome vegetali. La riflettanza NIR è influenzata dalla struttura interna della foglia e dal contenuto di sostanza secca della foglia, ma non dal contenuto idrico. La combinazione di NIR e SWIR rimuove le variazioni indotte dalla struttura interna della foglia e dal contenuto di sostanza secca della foglia, migliorando la precisione nel recupero del contenuto idrico della vegetazione. A causa dell'elevata sensibilità di NDWI e NDWI8A ai cambiamenti nel contenuto idrico delle foglie, questo indice è efficiente nel rilevare danni, monitorare i periodi di siccità e stimare le diminuzioni di biomassa. I valori dell'indice variano da -1

a 1, sono negativi quando la vegetazione è secca o su terreni nudi, mentre sono positivi quando la vegetazione è verde e ricca di acqua.” (Olmo et al., 2021).

L’indice NDWI8A si calcola utilizzando le bande B8A e B11 (disponibili con risoluzione di 20 metri) con la seguente formula (Figura 4.6):

$$\text{Normalized Difference Water Index 11 with 8A band} \\ \text{NDWI8A} = \frac{B8A - B11}{B8A + B11}$$

Figura 4.6 – Formula per il calcolo dell’indice NDWI8A. Fonte: Olmo et al., 2021

Si è deciso di svolgere il procedimento con gli stessi dati utilizzati anche dal Parco del Ticino per la stesura di una relazione sulla quantificazione dei danni sui territori di proprietà del Parco stesso; pertanto, sono state considerate due date di riferimento, il 10/07/2023 come data precedente agli eventi meteorologici dell’estate 2023, e l’08/09/2023 come data successiva, e sono state utilizzate le immagini satellitari del portale Copernicus, in particolare quelle del satellite Sentinel 2B.

Si è quindi proceduto nell’elaborazione degli indici sopra descritti per le superfici delle due aziende agricole considerate per la presente tesi: di seguito vengono riportate le carte con i valori di NDWI8A e NDVI confrontando i valori nella data del 10/07/23 e dell’08/09/23; in particolare, per l’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco in Figura 4.7 si presentano i valori di NDWI8A e in Figura 4.8 valori di NDVI, mentre per l’Azienda Agricola Gaezia i medesimi dati in Figura 4.9 e in Figura 4.10.

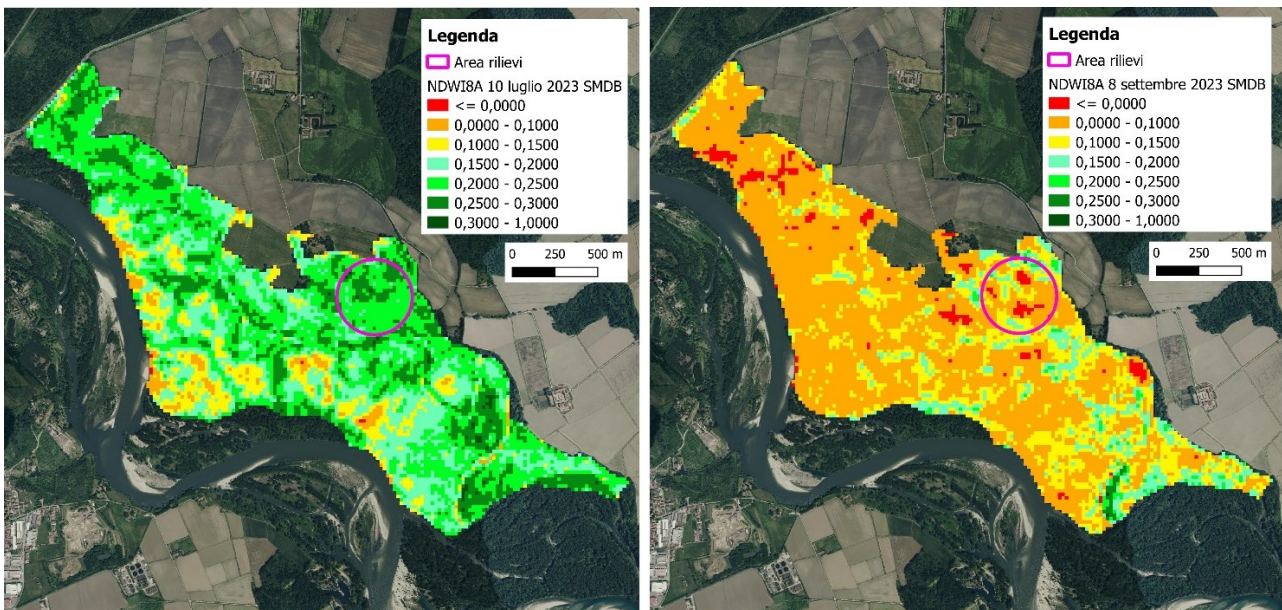


Figura 4.7 – Indice NDWI8A per Azienda Agricola Santa Maria del Bosco, a sinistra in data 10/07/2023 (antecedente agli schianti da vento), a destra in data 08/09/2023 (in seguito ai danni dati dagli schianti).

Elaborazione su dati <https://www.copernicus.eu/en>

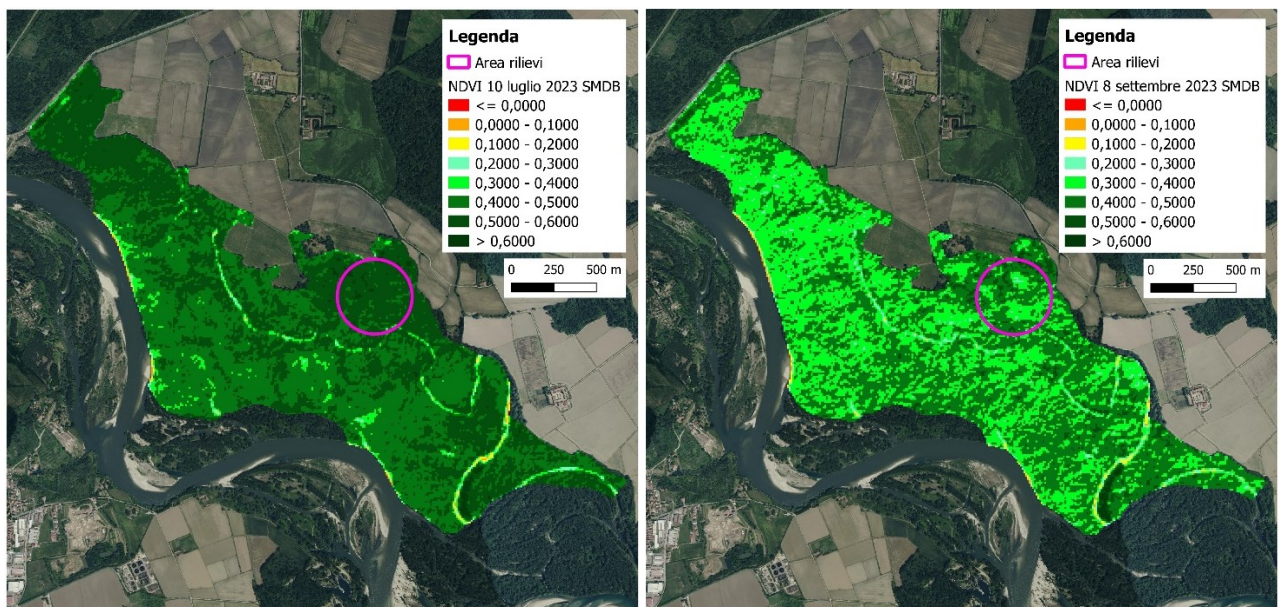


Figura 4.8 – Indice NDVI per Azienda Agricola Santa Maria del Bosco, a sinistra in data 10/07/2023 (antecedente agli schianti da vento), a destra in data 08/09/2023 (in seguito ai danni dati dagli schianti).

Elaborazione su dati <https://www.copernicus.eu/en>

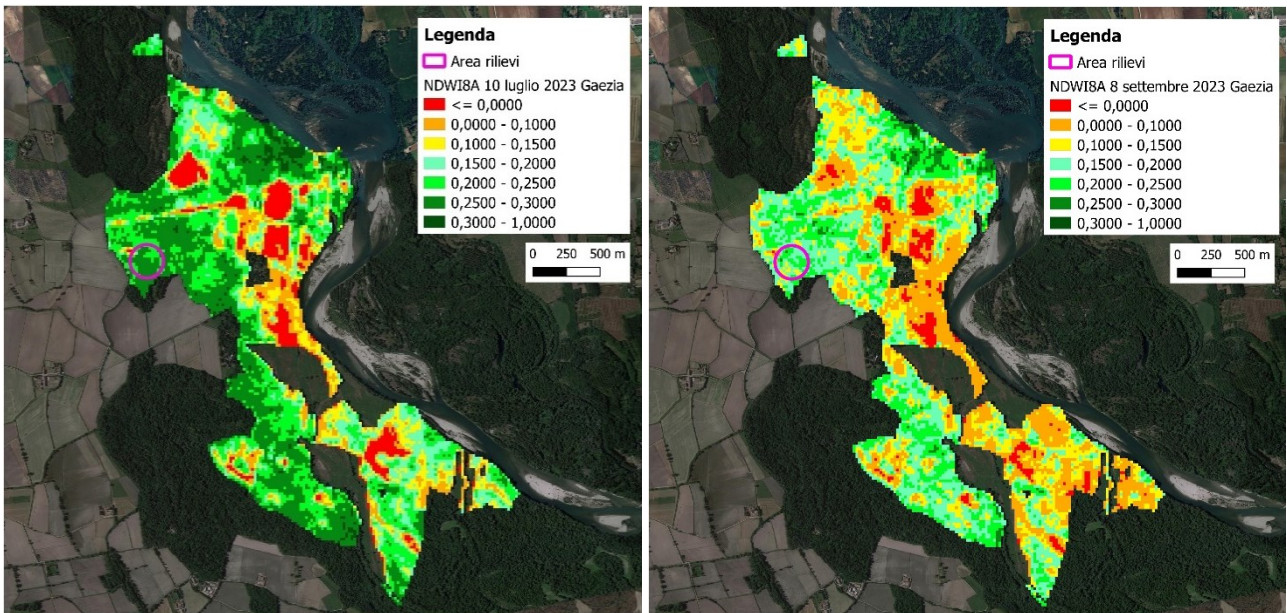


Figura 4.9 – Indice NDWI8A per Azienda Agricola Gaezia, a sinistra in data 10/07/2023 (antecedente agli schianti da vento), a destra in data 08/09/2023 (in seguito ai danni dati dagli schianti). Elaborazione su dati <https://www.copernicus.eu/en>

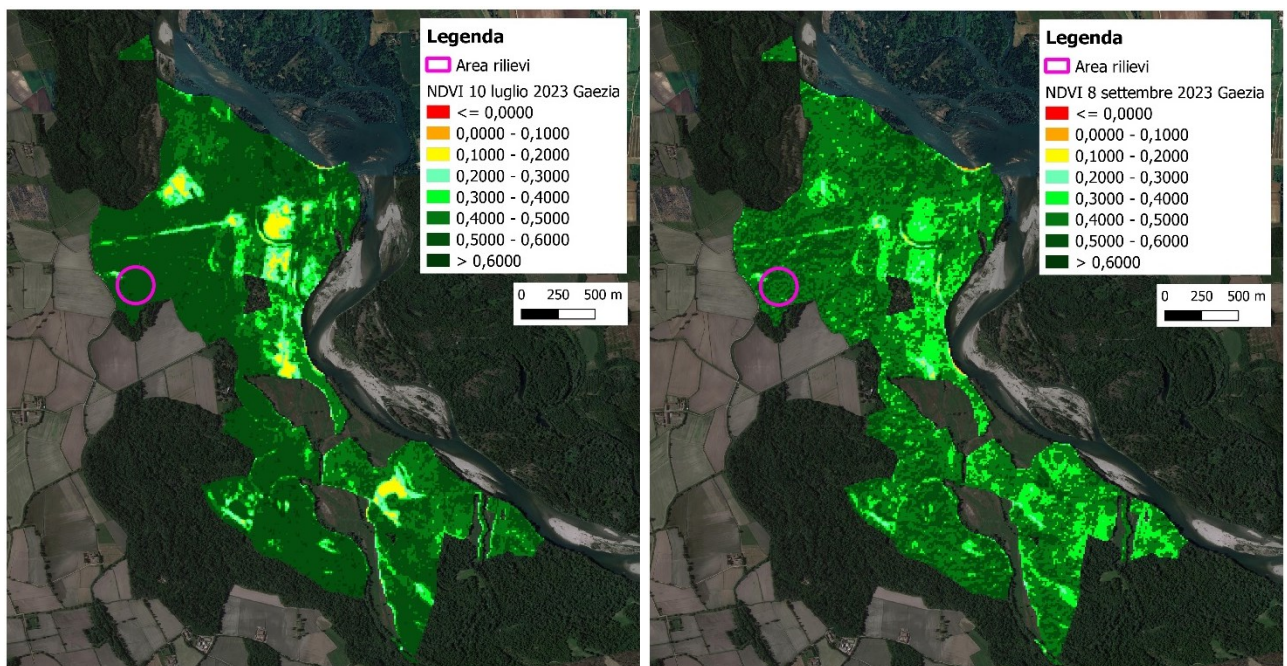


Figura 4.10 – Indice NDVI per Azienda Agricola Gaezia, a sinistra in data 10/07/2023 (antecedente agli schianti da vento), a destra in data 08/09/2023 (in seguito ai danni dati dagli schianti). Elaborazione su dati <https://www.copernicus.eu/en>

Si nota come la severità dell'evento è molto più alta per l'Azienda Agricola Santa Maria del Bosco, sia nel complesso sull'intera proprietà sia nella zona dei rilievi.

## 5. Materiali e metodi

La prima zona considerata, a cui si fa riferimento come “Zona A”, si trova nell’Azienda Agricola Santa Maria del Bosco. Questa zona è, tra le due, quella maggiormente colpita dagli schianti e che presenta aperture molto importanti in termini di dimensioni e intensità. L’altra zona, “Zona B”, si trova all’interno dell’Azienda Agricola Gaezia ed è stata considerata in quanto colpita anch’essa dall’evento del 26/08/23, ma presenta una situazione molto diversa, dal momento che le buche sono di dimensioni minori, le piante interessanti sono in numero inferiore e la rinnovazione di farnia era maggiormente presente.

Per la definizione della modalità e dei metodi da utilizzare nello studio, è stato eseguito un primo sopralluogo in campo in data 21/06/2024, durante il quale sono state visionate le aree colpite dagli schianti del 26/08/2023, con la presenza anche del Dott. For. Gabriele Sguazzini, che si occupa dei boschi delle due aziende agricole. Un successivo sopralluogo è stato svolto il giorno 28/08/2024, cosa che ha permesso di constatare la presenza di una fitta copertura di vegetazione, in particolare di *Phytolacca americana* L. (Fitolacca), *Erigeron canadensis* L. (Erigeron), robinia e rovo (Figura 5.1); inoltre, il secondo sopralluogo è stato utile al fine di definire con maggiore dettaglio le aree da considerare per i rilievi e il procedimento da seguire. Sono state quindi messe a punto le modalità di rilievo ed è stata creata la scheda di rilievo.



Figura 5.1 – Due foto del sopralluogo del 28/08/2024, si nota la presenza della fitta copertura erbacea ed arbustiva.

I rilievi sono stati effettuati la seconda settimana di settembre (dal 09/09/24 al 13/09/24), prima nella zona A e successivamente nella zona B, sempre con le stesse modalità.

Il procedimento seguito in campo ha visto come prima cosa l'individuazione della prima area di saggio del primo transetto lungo la strada sterrata presente e da quella è stata seguita la direzione di 270°, direzione lungo la quale ogni 10 metri è stata effettuata l'area di saggio di 2 m di lato. Si è proceduto in questo modo fino al confine con il bosco, ossia fin dove finiva l'area oggetto degli schianti. Dopo aver effettuato il primo transetto, dalla prima area di saggio ci si è spostati di 50 m lungo la strada (direzione nord-sud) e si è ripetuto il procedimento di transetto e rilievo. Seguendo la forma dello schianto e in base a caratteristiche ritenute interessanti a livello visivo, in alcuni casi si è deciso di andare anche in direzione opposta a 270°, quindi in direzione 90°, rilievi che si riconoscono dal numero di rilievo negativo. Dal punto di vista pratico, arrivati nel punto di ciascuna area di saggio, venivano posizionati due metri da muratore in modo da identificare i lati del quadrato di lato 2 m (come mostrato in Figura 5.2), che veniva considerato come area di riferimento per la singola area di saggio.

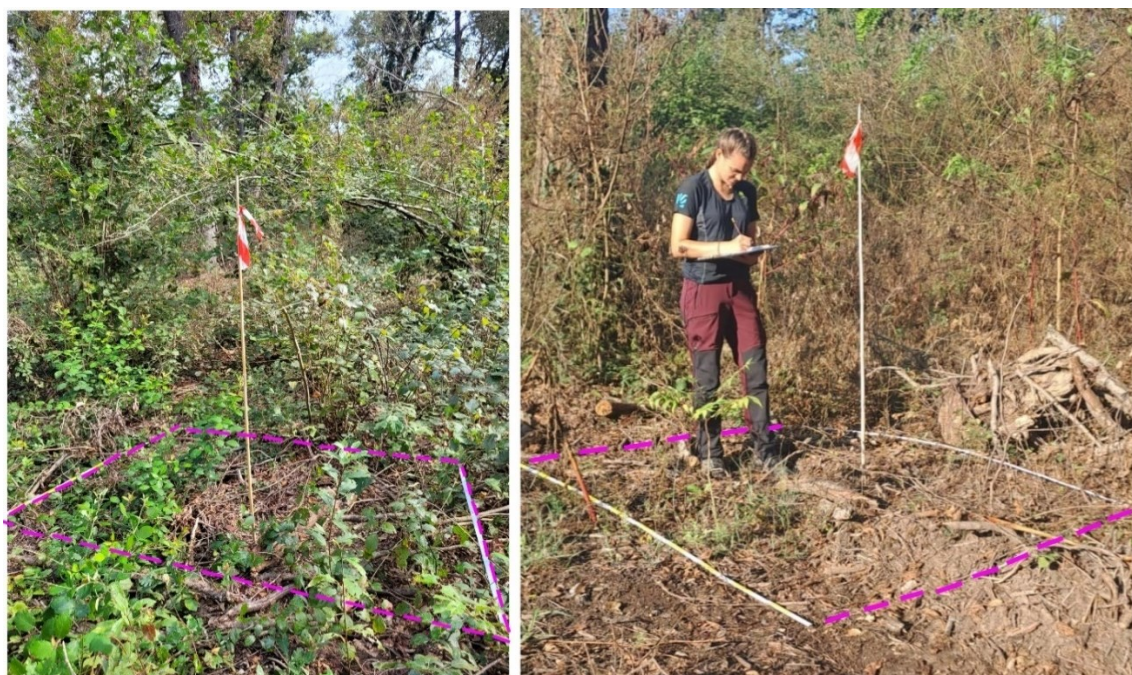


Figura 5.2 – Elaborazione su foto per mostrare come veniva considerato il quadrato di lato 2 m (nelle immagini ricreato con tratteggio rosa), al lato destro e sinistro posizionati i due metri da muratore.

In ciascuna area di saggio, quindi, venivano rilevate le seguenti informazioni:

- Data
- Numero del rilievo: è stato assegnato un numero progressivo, in cui la prima cifra è relativa al numero del transetto e la seconda al numero dell'area di saggio; nel caso della Zona A, i transetti eseguiti in direzione 90° presentano un numero negativo come seconda cifra.
- Area: è stato indicato se l'area di saggio si trova nella Zona A o B.
- Copertura: è stato assegnato, sulla base di una stima a vista, un valore percentuale di copertura erbacea, arbustiva e arborea.
- Morfologia: per quanto concerne questo dato, si è deciso di assegnare un valore numerico corrispondente a determinate caratteristiche, di seguito si riportano i valori e il significato corrispondente:
  - 1: pianeggiante;
  - 2: pendenza;
  - 3: area di saggio sulla strada o a bordo strada;
  - 4: area di saggio lontana dalla strada (più di 2 metri);
  - 5: presenza di piante, il cui diametro è stato stimato a vista e riportato nelle note delle schede di rilievo;
  - 6: assenza di piante;
  - 7: presenza di ceppaie all'interno dell'area di saggio;
  - 8: assenza di ceppaie all'interno dell'area di saggio;
  - 9: area di saggio sotto la proiezione della chioma di alberi presenti nell'area o nelle vicinanze;
  - 10: area di saggio al di fuori della proiezione della chioma;
  - 11: presenza di legno morto nell'area di saggio: si è deciso di assegnare questo valore come caratteristica di micromorfologia nel caso in cui vi fosse una presenza di legno morto maggiore del 20%;
  - 12: assenza di legno morto;
  - 13: area di saggio che si trova al di sotto di erbe alte: si è deciso di considerare questo dato dal momento che, durante il secondo sopralluogo effettuato il 28/08/2024, era stata notata l'abbondante presenza di vegetazione che andava a coprire il suolo. In riferimento a questa caratteristica, quindi, è stato assegnato il numero 13 nel caso in

cui, facendo riferimento alla copertura di Fitolacca ed Erigeron, questa superava il valore del 20%.

- 14: area non al di sotto di erbe alte.

- Rinnovazione: in questa sezione della scheda di rilievo sono stati riportati i dati relativi alla presenza di rinnovazione presente all'interno del quadrato di lato 2 metri considerato; per ogni specie sono state quindi indicate il numero di piantine con altezza inferiore ai 50 cm e il numero di piantine con altezza superiore ai 50 cm.
- Note: a margine delle schede di rilievo si è preso nota sia di specifiche riferite ai punti precedenti (ad esempio le dimensioni delle piante presenti) sia di alcune caratteristiche particolari delle singole aree qualora fossero informazioni che potessero avere importanza soprattutto dal punto di vista della rinnovazione naturale o per caratteristiche che comportassero elementi ecologici di rilievo.

Queste informazioni venivano operativamente scritte sulla scheda di rilievo: a titolo d'esempio in Figura 5.3 vengono riportati due fogli con le schede di rilievo compilate, il primo con alcune aree di saggio della Zona A e il secondo della Zona B.

Cappella occupa 30% dell'area

SCHEDA RILIEVO						
Data	13109	N° rilievo	6.17	Area n°	A	
Copertura erbacea (%)	5				Morfologia	1, 4, 6, 7,
Copertura arbustiva (%)	40					10, 11, 14
Copertura arborea (%)	0					
<b>Rinnovazione</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>
	Acer		1			
	Olmo	1				
	Cratae.		1			
	Nocciolo		1			

SCHEDA RILIEVO						
Data	13109	N° rilievo	6.18	Area n°	A	
Copertura erbacea (%)	75				Morfologia	1, 4, 6, 8,
Copertura arbustiva (%)	0					10, 11, 13
Copertura arborea (%)	0					
<b>Rinnovazione</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>
	Olmo	3	1			
	Acer	1				

SCHEDA RILIEVO						
Data	13109	N° rilievo	6.19	Area n°	A	
Copertura erbacea (%)	25				Morfologia	1, 4, 5, 8,
Copertura arbustiva (%)	15					9, 11, 14
Copertura arborea (%)	60					
<b>Rinnovazione</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>
	Ailanto	4				
	Acer	1	2			
	Farnia	1				

SCHEDA RILIEVO						
Data	13109	N° rilievo	7.1	Area n°	A	
Copertura erbacea (%)	25				Morfologia	1, 3, 6, 8,
Copertura arbustiva (%)	15					10, 11, 14
Copertura arborea (%)	0					
<b>Rinnovazione</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>	<b>Specie</b>	<b>Freq (&lt;50cm)</b>	<b>Freq (&gt;50cm)</b>
	Olmo	4				
	Cornio	2				
	Ailanto	1				

→ Pianta presente: FARNIA. Ø 50 cm

SCHEDA RILIEVO						
Data	11/09	N° rilievo	3.1	Area n°	B	
Copertura erbacea (%)	+	Morfologia			1, 3, 6, 8,	
Copertura arbustiva (%)	55				10, 11, 14	
Copertura arborea (%)	0					
Rinnovazione:	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)
	Pad.0		1			
	Nocciolo		1			
	Farnia	16				
	Cerro	2				

SCHEDA RILIEVO						
Data	11/09	N° rilievo	3.2	Area n°	B	
Copertura erbacea (%)	+	Morfologia			1, 4, 6, 8,	
Copertura arbustiva (%)	35				10, 11, 14	
Copertura arborea (%)	0					
Rinnovazione:	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)
	Acero		1			
	Nocciolo		4			
	Farnia	44				
	Cerro	2				

→ presenza coppia di nocciolo

SCHEDA RILIEVO						
Data	11/09	N° rilievo	3.3	Area n°	B	
Copertura erbacea (%)	+	Morfologia			1, 4, 6, 8,	
Copertura arbustiva (%)	40				3, 12, 14	
Copertura arborea (%)	80					
Rinnovazione:	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)
	Castoe.		1			
	Farnia	95				
	Robinia	1				

SCHEDA RILIEVO						
Data	11/09	N° rilievo	3.4	Area n°	B	
Copertura erbacea (%)	35	Morfologia			1, 3, 6, 8,	
Copertura arbustiva (%)	45				10, 12, 14	
Copertura arborea (%)	0					
Rinnovazione:	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)	Specie	Freq (<50cm)	Freq (>50cm)
	farnia	57				

Figura 5.3 – Esempi di schede di rilievo compilate con dati rilevati in campo.

Il medesimo procedimento è stato applicato anche per i rilievi della Zona B, ma in questo caso si è deciso di distanziare i transesti di 20 metri e non 50, in modo da ottenere un numero sufficiente di aree di saggio all'interno dell'area di schianto, che era notevolmente più piccola rispetto a quella considerata nell'area A; inoltre, nella Zona B, i transesti sono stati direzionati con gradi pari a 140° o 230°.

I dati derivanti dalle varie giornate di rilievo in campo sono poi stati trascritti su un file Excel in modo da poter poi essere elaborati. I dati derivanti invece dall'uso del software SWMaps, con cui sono stati rilevati i punti georeferenziati per ciascuna area di saggio, sono stati poi importati in QGIS e a ciascun punto sono state abbinare le informazioni rilevate con la scheda. In questo modo è stato ottenuto un file contenente per ogni punto rilevato le informazioni relative alle caratteristiche di microtopografia e di rinnovazione.

Ai fini della realizzazione dei rilievi in campo precedentemente descritti, sono stati utilizzati i seguenti materiali: due rotelle metriche, una da 50 metri, necessaria per misurare la distanza tra i

transetti della prima area considerata, e l'altra da 20 metri, che è risultata utile lungo i singoli transetti per misurare la distanza di 10 metri tra un'area di saggio e la successiva; per identificare il quadrato di lato 2 metri entro in quale venivano raccolte le informazioni sono stati utilizzati 2 metri da muratore; un altro strumento risultato necessario è stato una roncola, dal momento che, come già spiegato, le aree oggetto di studio presentavano, nella quasi totalità dei casi, una fitta copertura data da specie erbacee e arbustive, alcune delle quali (rovo e robinia) con presenza di spine che rendevano il passaggio ancor più problematico (Figura 5.4); la roncola è stata quindi utilizzata per eliminare la vegetazione, permettendo il passaggio e l'analisi della porzione sottostante, pur tenendo conto della presenza di tale vegetazione rimossa nel riportare i dati per la singola area.



Figura 5.4 – Foto che mostra come in molti casi la fitta vegetazione rendeva difficoltoso il passaggio, motivo per cui è stato necessario rimuoverla con la roncola.

Si è deciso di utilizzare anche delle aste in bamboo con nastro segnaletico posizionato all'estremità per l'identificazione in modo duraturo della prima area di saggio di ciascun transetto. Al fine di mantenere la direzione corretta nel tracciare i rilievi, è stata utilizzata una bussola, che ha permesso nella Zona A di tracciare dei transetti in direzione 270° e 90° e nella Zona B con gradi pari a 140° o 230°. Infine, per rilevare i punti georeferenziati delle aree di saggio è stato utilizzato i software

SWMaps, mentre per le caratteristiche da rilevare di ciascuna area di saggio sono state utilizzate le schede di rilievo precedentemente preparate e stampate.

È bene sottolineare che nel complesso alcune scelte per quanto concerne la localizzazione dei transetti e dei punti di rilievo sono state costrette dalla morfologia, dalla percorribilità e dalle caratteristiche dell'area oggetto di studio. Inoltre, il GPS utilizzato con il software SWMaps era quello dello smartphone per cui è necessario tener conto dei limiti in termini di precisione nella georeferenziazione dei punti rilevati.

## 6. Risultati

La differenza tra la Zona A e la Zona B, per quanto concerne sia le caratteristiche dello schianto, è stata spiegata nei capitoli precedenti. Per la diversità in sé fra le due zone, si è deciso di riportare i risultati in modo distinto. A livello generale si sottolinea soltanto che in totale sono state effettuate 101 aree di saggio, che hanno permesso di rilevare 1402 piantine di rinnovazione di 15 specie diverse.

### 6.1 Risultati Zona A

Nella Zona A sono state effettuate 82 aree di saggio disposte su 7 transetti: in Figura 6.1 viene mostrata la localizzazione dei rilievi, effettuata grazie a punti georeferenziati rilevati durante la fase di campo, con riferimento al particellare e all'area di schianto; quest'ultima è stata delimitata a partire da osservazioni in campo, dalle mappe degli indici NDVI e NDWI8A e da foto scattate con drone rese disponibili dallo studio Terra Viva (Vigevano, PV).

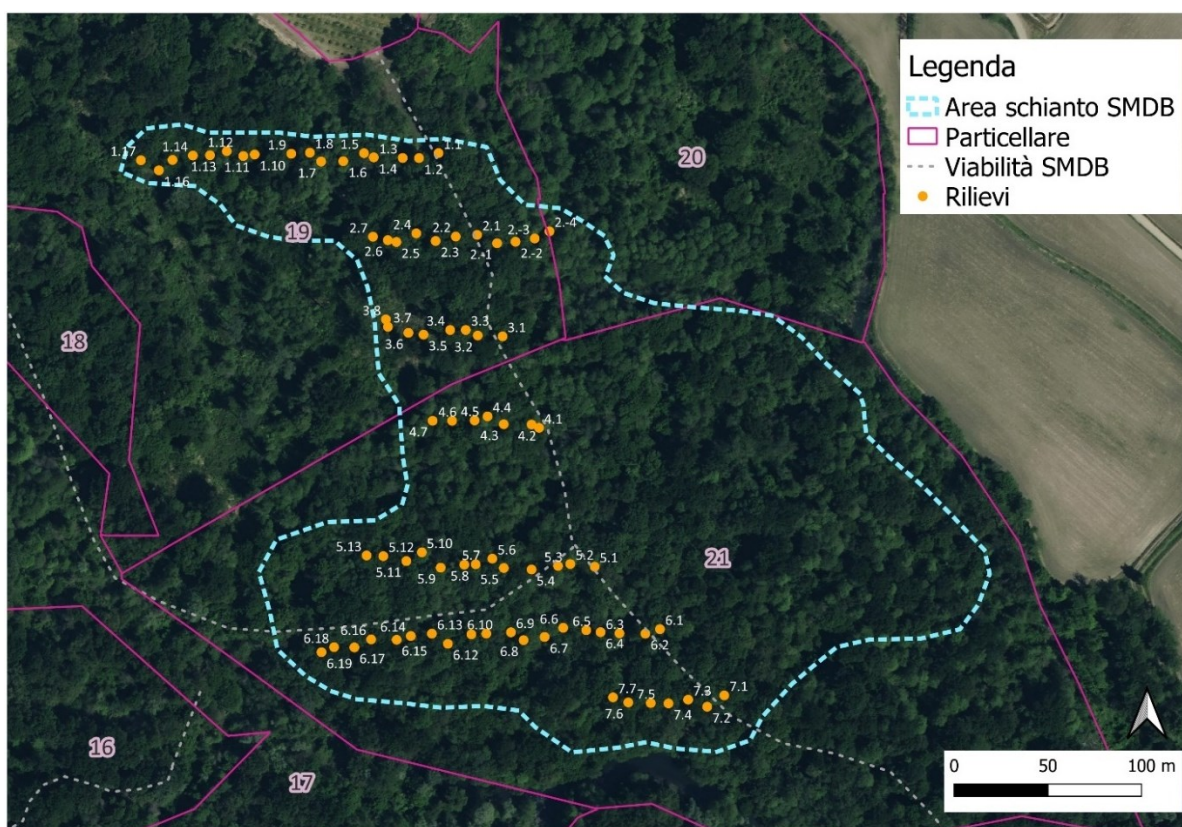


Figura 6.1 – Localizzazione delle aree di saggio della Zona A (si ricorda che l'immagine ortofoto si riferisce a una situazione ante schianto, anno 2021).

Per quanto concerne le caratteristiche morfologiche delle aree di saggio (riferimento ai codici presentati nel capitolo 5), si riporta in Figura 6.2 un grafico che riassume le caratteristiche in termini percentuali. Si nota come nella Zona A il 100% delle aree è pianeggianti (codice 1), il 78% si trova lontano dalla strada (codice 4), l'84% non presenta piante grandi (codice 6), l'83% non ha ceppaie all'interno (codice 8), l'82% si trova al di fuori della proiezione delle chiome (codice 10), il 62% presenta un buon quantitativo di legno morto (codice 11) e sempre il 62% è libera da erbe alte (codice 14).

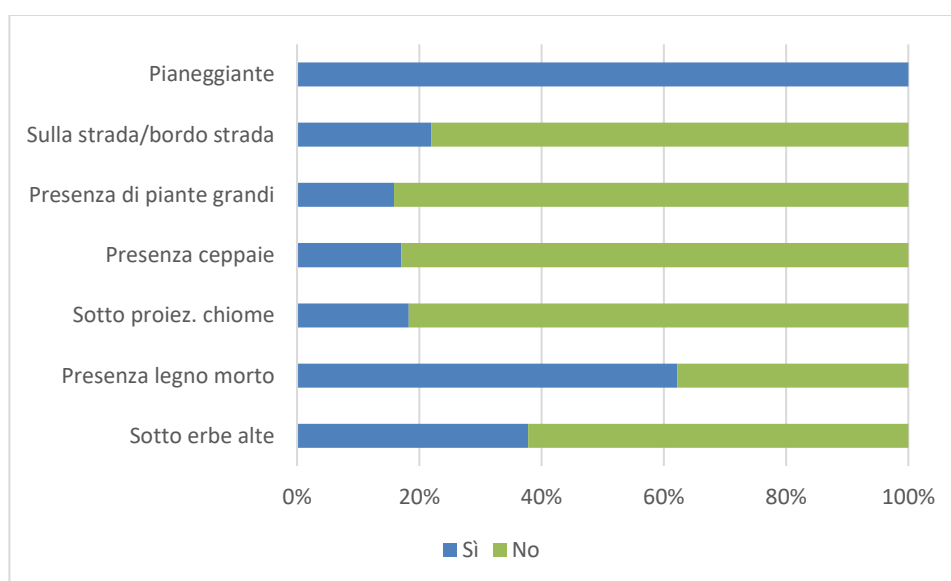


Figura 6.2 – Caratteristiche morfologiche delle aree di saggio della Zona A in termini percentuali.

Il grafico in Figura 6.3 mostra la percentuale di aree di saggio con diversa copertura erbacea, arbustiva e arborea: in generale nella Zona A prevale una copertura erbacea abbastanza elevata, data spesso dalla fitta presenza di *Fitolacca* ed *Erigeron*; per la componente arbustiva, invece, prevale molto la copertura pari allo 0% o compresa tra lo 0 e il 20%; infine la copertura arborea è nell'80% dei casi pari allo 0%, proprio a causa dello schianto stesso.

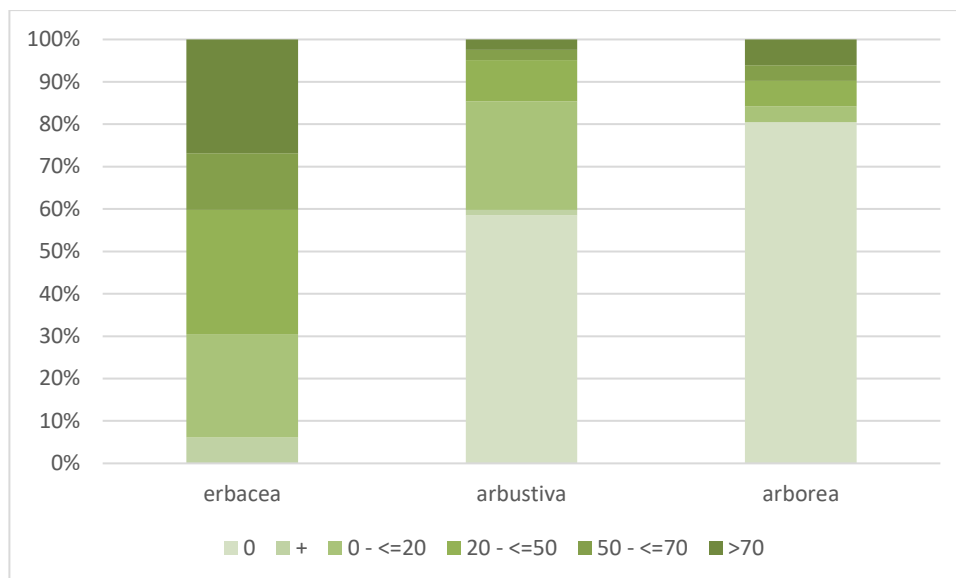


Figura 6.3 – Percentuale di aree di saggio della Zona A con diversa copertura erbacea, arbustiva e arborea

Analizzando la rinnovazione, in totale sono state rilevate 739 piantine di 14 specie diverse, in particolare: Carpino bianco (*Carpinus betulus* L.), Olmo (*Ulmus minor* Mill.), Ailanto (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), Acero campestre (*Acer campestre* L.), Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), Pado (*Prunus padus* L.), Nocciolo (*Corylus avellana* L.), Pioppo bianco (*Populus alba* L.), Ontano (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Crataegus (*Crataegus monogyna* Jacq.), Orniello (*Fraxinus ornus* L.), Ciliegio (*Prunus avium* L.), Farnia (*Quercus robur* L.) e Pioppo nero (*Populus nigra* L.). Di queste specie, possono essere considerate esotiche la robinia e l'ailanto, con la dovuta osservazione che la robinia in molti casi non viene più considerata esotica.

In tabella 6.1 viene riportato il numero di piantine per ciascuna specie, valore che viene poi riportato anche all'ettaro e al metro quadro, e la percentuale sul totale delle piantine rilevate.

Numero di piantine per specie e composizione %				
Specie	Numero tot	N/ha	N/m <sup>2</sup>	%
Carpino	399	12165	1,216	54,1%
Olmo	92	2805	0,280	12,5%
Ailanto	68	2073	0,207	9,2%
Acero campestre	45	1372	0,137	6,1%
Robinia	32	976	0,098	4,3%
Pado	22	671	0,067	3,0%
Nocciolo	21	640	0,064	2,8%
Pioppo bianco	18	549	0,055	2,4%
Ontano	17	518	0,052	2,3%
Crataegus	17	518	0,052	2,3%
Orniello	2	61	0,006	0,3%
Ciliegio	2	61	0,006	0,3%
Farnia	2	61	0,006	0,3%
Pioppo nero	1	30	0,003	0,1%

Tabella 6.1– Specie con relativo numero di piantine e composizione specifica percentuale della Zona A.

Nella scheda di rilievo il numero di piantine per ogni specie veniva ulteriormente suddiviso in base all'altezza della rinnovazione, minore di 50 cm e maggiore 50 cm. In tabella 6.2 viene riportato il numero di piantine totali per ciascuna specie all'interno delle aree di saggio, il numero di piantine all'ettaro e quello al metro quadro, valori divisi per specie e per altezza della rinnovazione.

Specie	Carpino		Olmo		Ailanto		Acero		Robinia	
	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm
Numero tot	396	3	75	17	57	11	30	15	12	20
N/ha	12073	91	2287	518	1738	335	915	457	366	610
N/m <sup>2</sup>	1,207	0,009	0,229	0,052	0,174	0,034	0,091	0,046	0,037	0,061

Specie	Pado		Nocciolo		Pioppo bianco		Ontano		Crataegus	
	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm
Numero tot	6	16	15	6	1	17	5	12	13	4
N/ha	183	488	457	183	30	518	152	366	396	122
N/m <sup>2</sup>	0,018	0,049	0,046	0,018	0,003	0,052	0,015	0,037	0,040	0,012

Specie	Orniello		Ciliegio		Farnia		Pioppo nero	
	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm
Numero tot	0	2	1	1	2	0	1	0
N/ha	0	61	30	30	61	0	30	0
N/m <sup>2</sup>	0,000	0,006	0,003	0,003	0,006	0,000	0,003	0,000

Tabella 6.2 - Lista delle specie e numero di piantine nelle aree di saggio della Zona A, divise in funzione dell'altezza della rinnovazione.

Le specie maggiormente presenti come rinnovazione sono il carpino, seguito dall'olmo, l'ailanto, l'acero campestre e la robinia.

In questa Zona si contano 12 aree di saggio in cui non è stata trovata alcuna rinnovazione e sono solo 2 aree in cui è stata riscontrata la rinnovazione di farnia, mentre sono molto più numerose le aree in cui è presente quella di ailanto (28). In Figura 6.4 per ciascuna specie viene mostrata la percentuale di aree di saggio in cui è stata rilevata la rinnovazione: si può osservare come nessuna specie è presente in più del 50% delle aree di saggio, solo 4 sono presenti in più del 20% delle aree e sono carpino, olmo, ailanto e acero campestre; tutte le altre specie, invece, sono presenti solo in meno del 20% delle aree.

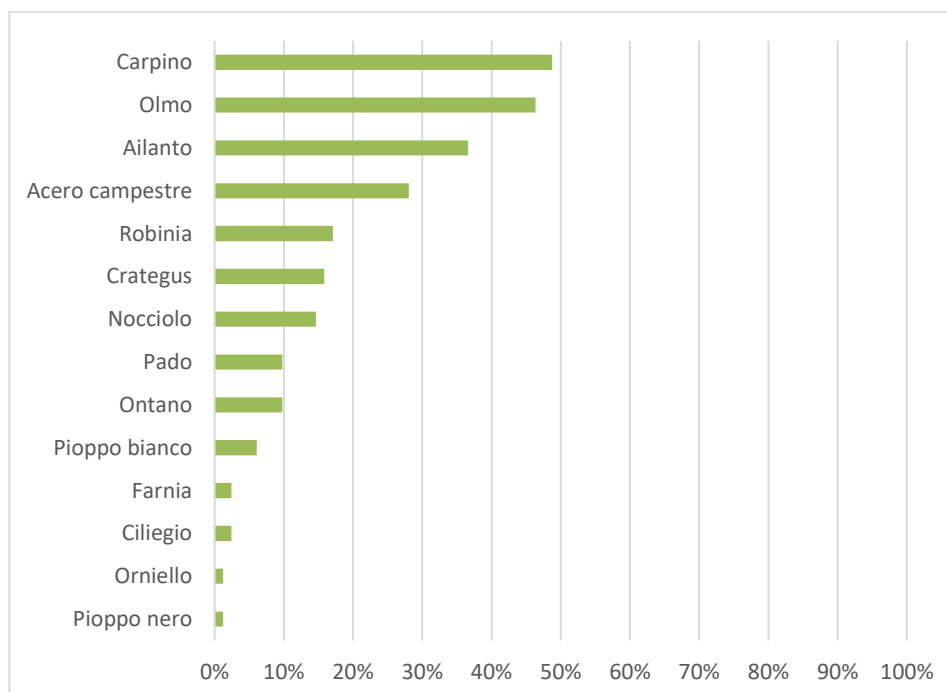


Figura 6.4 – Percentuale di aree di saggio della Zona A in cui è presente la rinnovazione per ogni specie

A partire dalle elaborazioni effettuate sulle immagini del satellite Sentinel 2B per l'elaborazione degli indici NDVI e NDWI8A, si è deciso di calcolare la riduzione percentuale dell'indice NDVI per poi poter quantificare la riduzione percentuale della biomassa dovuta agli schianti sulla base dei dati utilizzati dal Parco del Ticino per il medesimo scopo: infatti, nel mese di ottobre 2023 erano stati svolti dei sopralluoghi nelle aree schiantate che hanno permesso di correlare un quantitativo di massa legnosa schiantata a classi di riduzione percentuale dell'indice NDVI. (Musmeci R. 2023). Viene riportata di seguito la tabella con la correlazione utilizzata (Figura 6.5).

Riduzione % Indice NDVI	Descrizione schianti	Riduzione % della biomassa dovuta a schianti
< 15 %	Schianti diffusi e isolati	trascurabile
> 15 %	Schianti concentrati	25%
> 20%	Schianti concentrati	50%
> 30%	Schianti concentrati	100%

Figura 6.5 – Tabella per correlazione tra la riduzione % dell'indice NDVI e la riduzione percentuale della biomassa a seguito degli schianti. Fonte: Musmeci R. 2023. Stima danni per schianti in bosco dovuti a eventi meteorologici.

Per la Zona A, la maggior parte delle aree di saggio si trova in un'area caratterizzata da una riduzione percentuale della biomassa pari al 100%, come mostrato nel grafico in Figura 6.6, che indica il numero di aree di saggio per ciascuna classe di riduzione percentuale della biomassa a seguito degli schianti (trascurabile, 25%, 50% e 100%).

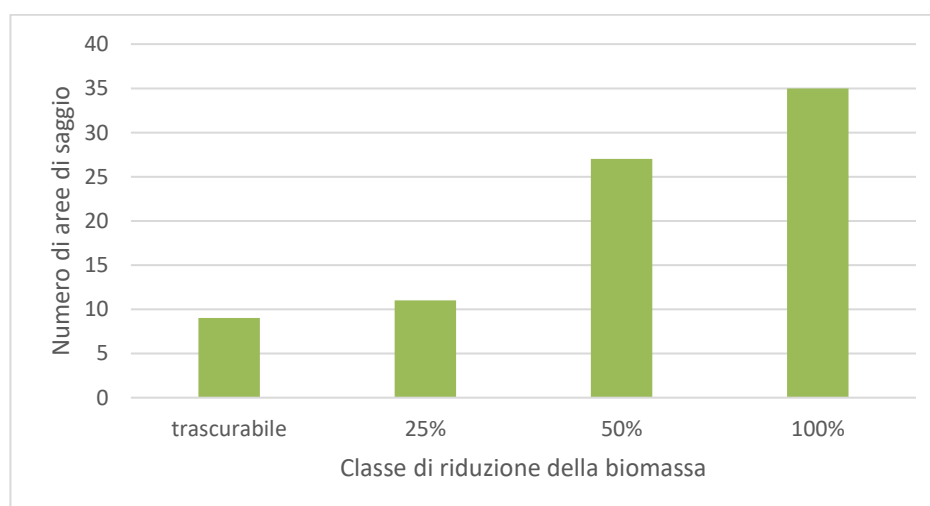


Figura 6.6 – Numero di aree di saggio per ciascuna classe di riduzione percentuale della biomassa a seguito degli schianti nella Zona A.

Considerando tutte le aree di saggio della Zona A, il valore medio della riduzione percentuale dell'indice NDVI è pari al 27,4%, che corrisponde a un valore medio di riduzione percentuale della biomassa del 50%.

## 6.2 Risultati Zona B

Le aree di saggio effettuate nella Zona B sono state 19 disposte su 3 transetti, come mostrato in Figura 6.7, mappa elaborata sempre a partire dai punti georeferenziati rilevati.

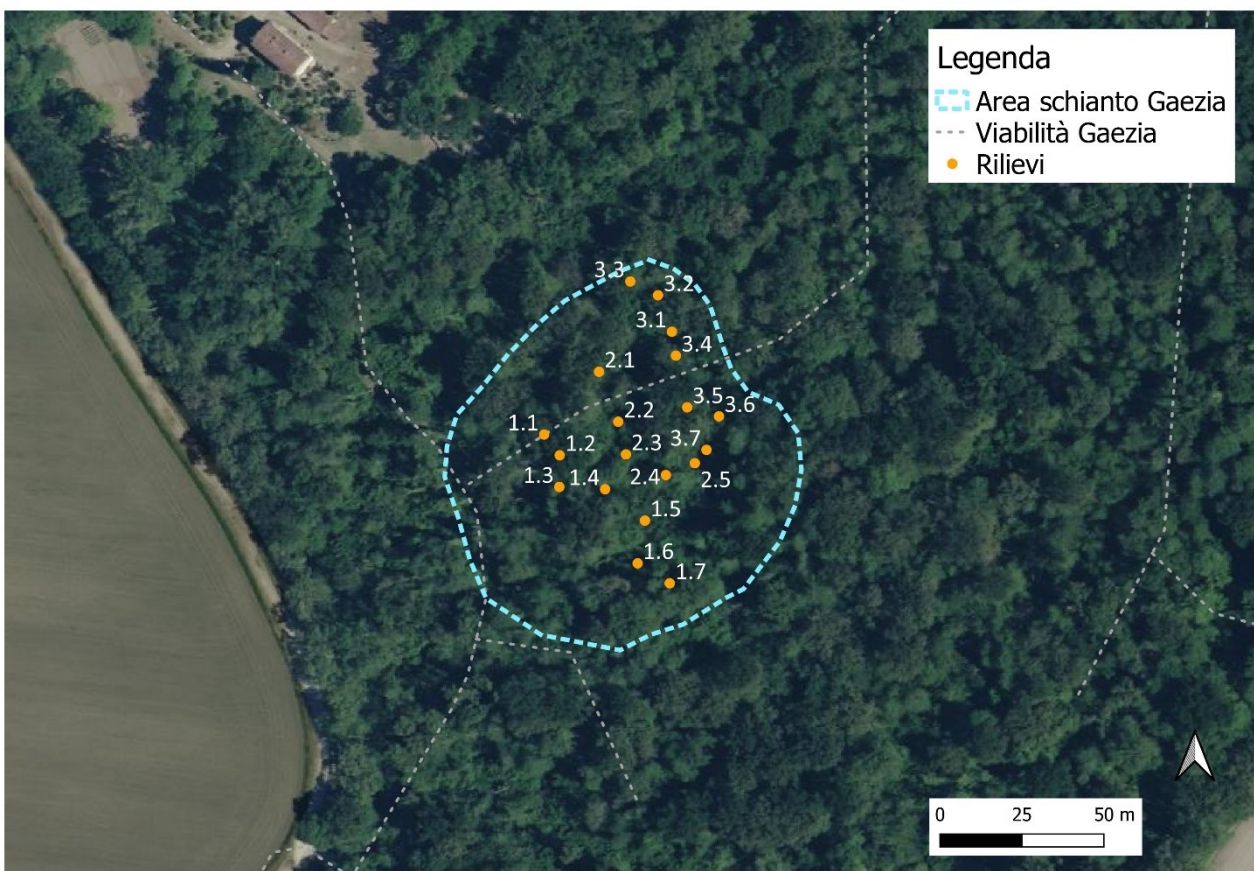


Figura 6.7 – Localizzazione delle aree di saggio della Zona B (si ricorda che l'immagine ortofoto si riferisce a una situazione ante schianto, anno 2021).

Come per la Zona A, si riporta in Figura 6.8 un grafico che riassume le caratteristiche morfologiche delle aree di saggio in termini percentuali: la Zona presenta tutte le aree di saggio con assenza di ceppaie e pianeggianti, il 95% libere da erbe alte (Fitolacca ed Erigeron) e l'84% non presentano piante grandi. Inoltre, le aree che si trovano lontano dalla strada sono pari a circa l'80%, quelle al di

fuori della proiezione delle chiome arrivano al 68% e quelle con presenza del legno morto sono pari al 47%.

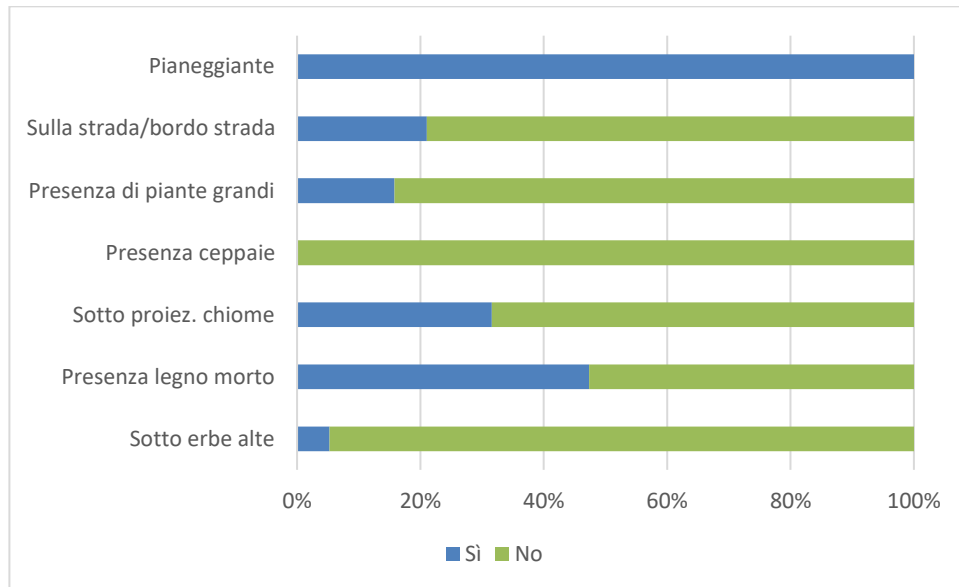


Figura 6.8 – Caratteristiche morfologiche delle aree di saggio della Zona B in termini percentuali.

In Figura 6.9 viene riportato il grafico raffigurante la percentuale di aree di saggio con diversa copertura: quelle con una bassa copertura erbacea sono oltre il 40%, la copertura arbustiva risulta inferiore al 20% solo nel 37% delle aree, e infine, anche nella Zona B prevalgono le aree con copertura arborea nulla (63% delle aree).

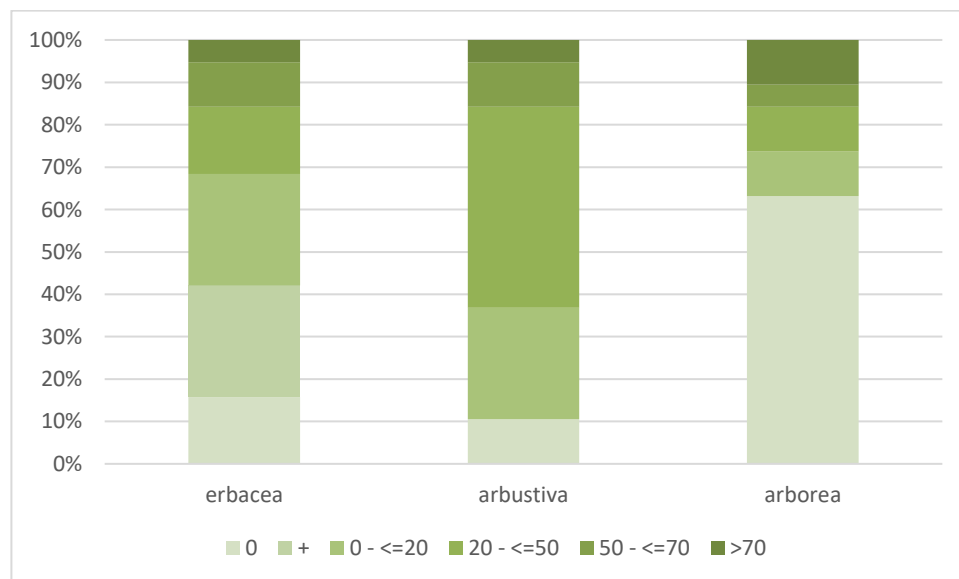


Figura 6.9 - Percentuale di aree di saggio della Zona B con diversa copertura erbacea, arbustiva e arborea

Per quanto concerne la rinnovazione, in totale sono state rilevate 664 piantine di 11 specie diverse. Le specie trovate sono: Farnia (*Quercus robur* L.), Nocciolo (*Corylus avellana* L.), Olmo (*Ulmus minor* Mill.), Carpino bianco (*Carpinus betulus* L.), Cerro (*Quercus cerris* L.), Ontano (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Pado (*Prunus padus* L.), Ailanto (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle), Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), Crataegus (*Crataegus monogyna* Jacq.) e Acero campestre (*Acer campestre* L.). Anche in quest'area si riscontra la presenza delle due specie esotiche riscontrate anche nella Zona A, la robinia e l'ailanto, anche se presenti in misura minore.

In tabella 6.3 viene presentato il numero di piantine per ciascuna specie, sia come valore rilevato nelle aree sia come valore all'ettaro e al metro quadro, e la percentuale sul totale delle piantine rilevate.

Numero di piantine per specie e composizione %				
Specie	Numero tot	N/ha	N/m <sup>2</sup>	%
Farnia	577	75921	7,592	86,9%
Nocciolo	32	4211	0,421	4,8%
Olmo	24	3158	0,316	3,6%
Carpino	12	1579	0,158	1,8%
Cerro	5	658	0,066	0,8%
Ontano	4	526	0,053	0,6%
Pado	3	395	0,039	0,5%
Ailanto	2	263	0,026	0,3%
Robinia	2	263	0,026	0,3%
Crataegus	2	263	0,026	0,3%
Acero campestre	1	132	0,013	0,2%

Tabella 6.3 – Specie con relativo numero di piantine e composizione specifica percentuale della Zona B.

Come per la Zona A, si riportano i risultati del numero di piantine diviso non solo per specie, ma anche in base all'altezza della rinnovazione (Tabella 6.4).

Specie	Farnia		Nocciolo		Olmo		Carpino		Cerro		Ontano	
	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm
Numero tot	577	0	2	30	16	8	12	0	5	0	1	3
N/ha	75921	0	263	3947	2105	1053	1579	0	658	0	132	395
N/m <sup>2</sup>	7,592	0,000	0,026	0,395	0,211	0,105	0,158	0,000	0,066	0,000	0,013	0,039

Specie	Pado		Ailanto		Robinia		Crataegus		Acero	
	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm	< 50 cm	> 50 cm
Numero tot	0	3	0	2	1	1	1	1	0	1
N/ha	0	395	0	263	132	132	132	132	0	132
N/m <sup>2</sup>	0,000	0,039	0,000	0,026	0,013	0,013	0,013	0,013	0,000	0,013

Tabella 6.4 – Lista delle specie e numero di piantine nelle aree di saggio della Zona B, divise in funzione dell'altezza della rinnovazione.

Nella Zona B le specie più frequenti in ordine decrescente sono: la farnia, il nocciolo, l'olmo e il carpino. La percentuale di aree di saggio in cui è stata rilevata la presenza di rinnovazione per ciascuna specie è mostrata in Figura 6.10: si osserva come la farnia sia presente nel 100% delle aree di saggio, seguita dal nocciolo che è stato rilevato nel 63% delle aree. Oltre all'olmo, con una percentuale del 37%, tutte le altre specie sono presenti in meno del 25% delle aree di saggio; l'ailanto è presente solo nell'11% delle aree.

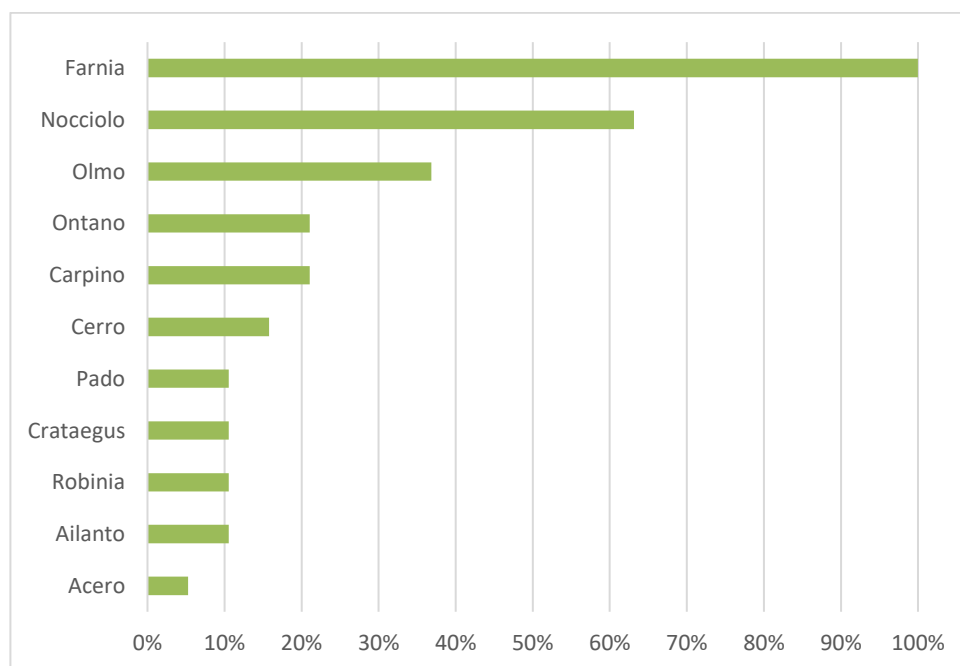


Figura 6.10 – Percentuale di aree di saggio della Zona B in cui è presente la rinnovazione per ogni specie.

Analizzando la riduzione percentuale della biomassa dovuta agli schianti, calcolata come per la Zona A, si nota come la severità dell'evento in questa zona sia piuttosto bassa, dal momento che non solo nessuna delle aree di saggio ha una riduzione percentuale del 100%, ma la maggior parte delle aree presentino una riduzione di biomassa che rientra nella classe trascurabile (Figura 6.11).

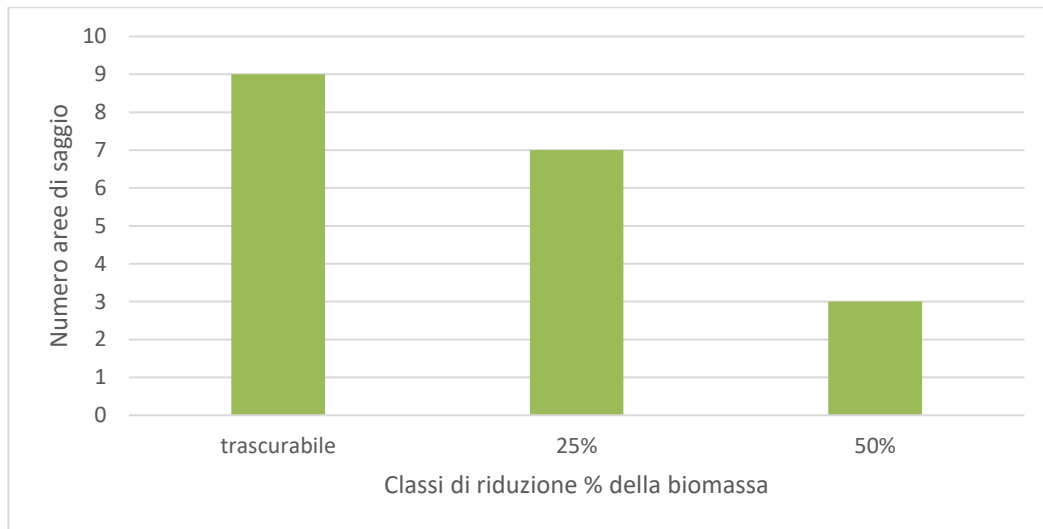


Figura 6.11 – Numero di aree di saggio per ciascuna classe di riduzione percentuale della biomassa a seguito degli schianti.

Considerando tutte le aree di saggio della Zona B, il valore medio della riduzione percentuale dell'indice NDVI è pari al 14,4%, che corrisponde a un valore medio di riduzione percentuale della biomassa trascurabile.

## 7. Discussione dei risultati

I risultati verranno analizzati e discussi prendendo in considerazione in modo distinto le due Zone, sempre in relazione alle diversità intrinseche sia a livello morfologico sia ecologico spiegate nei capitoli precedenti, e analizzando in modo specifico la farnia, le specie del bosco planiziale e infine le specie aliene.

### 7.1 La rinnovazione di farnia

La rinnovazione di farnia si trova in condizioni assai differenti nelle due Zone.

Per quanto concerne la Zona A, risulta immediatamente chiaro quanto sia scarsa la rinnovazione di farnia, soprattutto considerando che, prima dello schianto, queste aree erano dominate dal quercocarpineto. Viene mostrata in Figura 7.1 una mappa che mostra la rappresentazione grafica delle aree di saggio in cui è stata riscontrata la presenza di farnia.

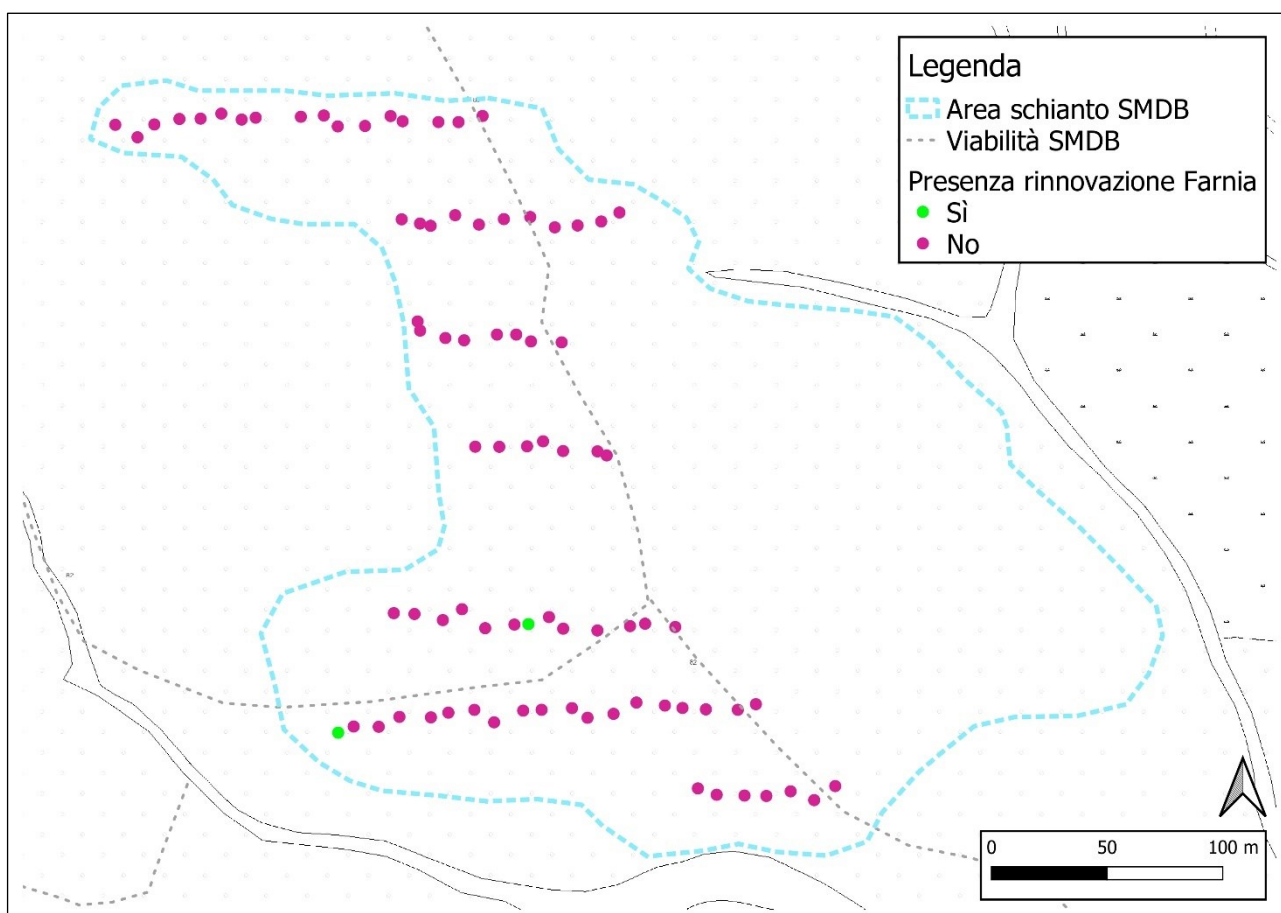


Figura 7.1 – Distribuzione della rinnovazione di farnia nelle aree di saggio della Zona A.

Oltre al dato relativo alla presenza di rinnovazione di farnia all'interno delle singole aree di saggio, è bene sottolineare che, durante il lavoro in campo, si è posta attenzione anche alle aree esterne alle aree di rilievo, al fine di avere una visione d'insieme e poter stimare un numero di piantine di farnia presenti nell'intera area di schianto: seppur questo procedimento di osservazione della rinnovazione al di fuori delle aree non sia stato svolto con la medesima attenzione e precisione posta per le superfici all'interno, è rilevante notare che non è stata trovata nessun'altra piantina di farnia (escludendo i pochi polloni a ridosso delle ceppaie di farnie tagliate o schiantate). Unendo i dati delle aree di rilievo e le ulteriori osservazioni sull'intera superficie, si può quindi affermare che lo stato della rinnovazione della farnia nella Zona A si trova in condizioni assai critiche: infatti, anche riportando il dato delle aree di saggio all'ettaro, si ottiene un numero di piantine pari a 61 all'ettaro, che, dal momento che si sta parlando di rinnovazione, è un dato molto basso. Questa situazione è aggravata anche dal fatto che le poche piante di farnia (e anche di altre specie) di più grandi dimensioni che sono rimaste in piedi a seguito dell'evento del 26/08/2023 sono tutte poco vitali e in deperimento, per cui la probabilità che anche queste vengano schiantate da altri eventi meteorologici o vadano incontro a mortalità naturale è elevata, non potendo quindi garantire la produzione di importanti quantitativi di seme per i prossimi anni. In Figura 7.2 vengono mostrate due foto delle piante in piedi a seguito dello schianto, mentre la Figura 7.3 viene mostrata a titolo d'esempio per quanto è stato detto sulla poca stabilità e vitalità delle piante presenti, in quanto la foto è stata scattata in data 05/11/2024 e mostra un ontano spezzato e schiantato che non era in tali condizioni nel mese di settembre.



Figura 7.2 – Piante ancora in piedi all'interno dell'area schiantata della Zona A. Foto del 05/11/2024



Figura 7.3 – Ontano schiantato nel periodo compreso tra settembre e inizio novembre. Foto del  
05/11/2024

In riferimento invece alla Zona B, si nota come la farnia sia la specie maggiormente presente in termini di rinnovazione, tanto che è stata rilevata nel 100% delle aree di saggio (Figura 7.4), arrivando anche a valori molto elevati di piantine contate per ogni area di 4 m<sup>2</sup> (ad esempio nell'area 1.4 sono state contate 117 piantine di farnia). Inoltre, si sottolinea che l'abbondanza di rinnovazione riguarda l'intera superficie dello schianto, dal momento che è stata posta attenzione anche alle superfici esterne alle aree di saggio, come è stato fatto per la Zona A.

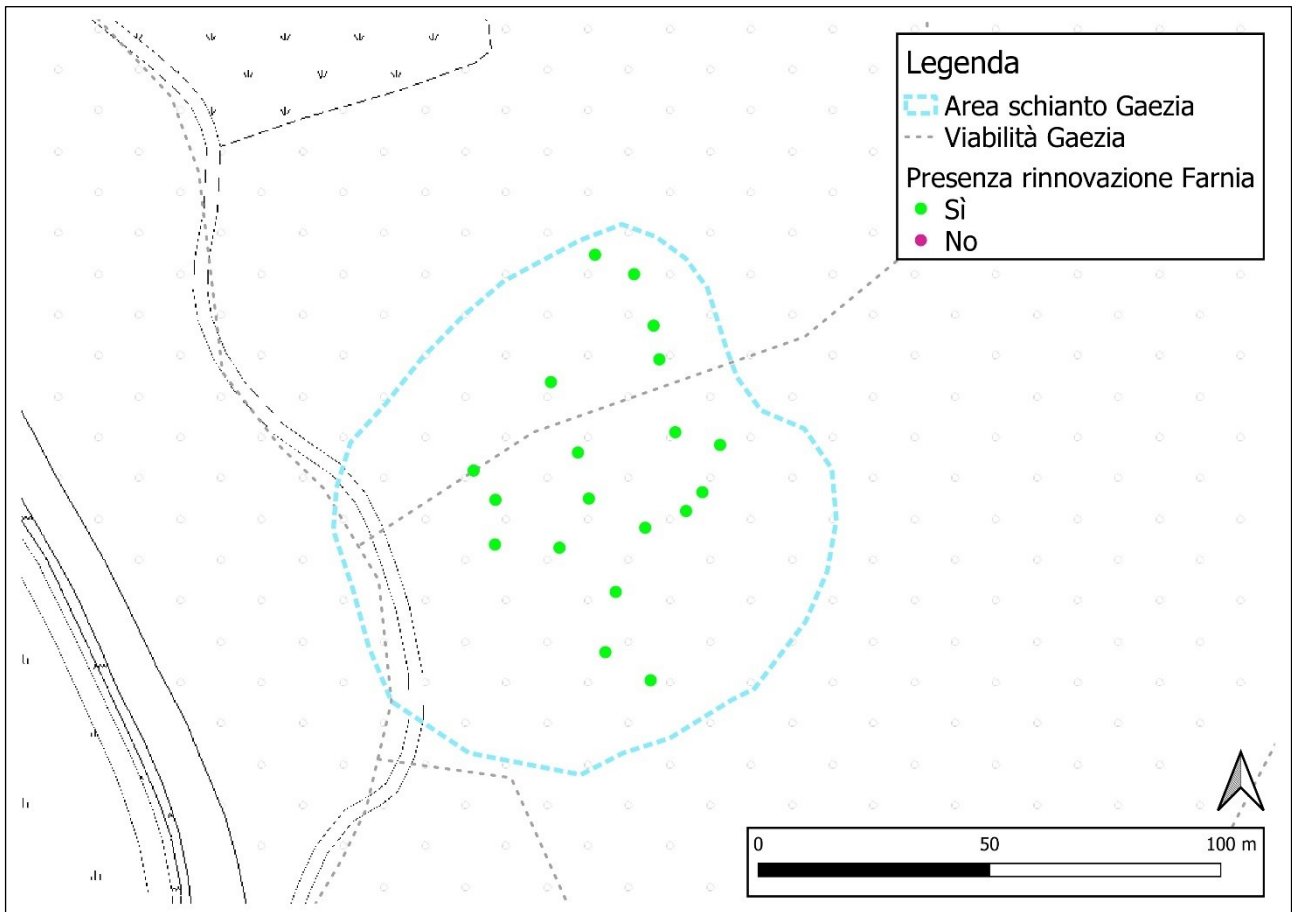


Figura 7.4 – Distribuzione della rinnovazione di farnia nelle aree di saggio della Zona B.

È bene sottolineare anche il fatto che nella Zona B molte delle piantine di farnia contate erano di 3-4 anni, per cui si può dedurre fosse già presente una buona rinnovazione prima dello schianto. Per questo motivo, l'abbondanza di rinnovazione potrebbe essere legata non tanto ad elementi specifici dello schianto (ad esempio le dimensioni dello schianto o la severità), ma a qualcosa accaduto negli ultimi cinque anni, che quindi potrebbe aver portato a un'ampia produzione di seme e insediamento della rinnovazione.

Infine, un ultimo elemento da considerare per la Zona B è legato alla presenza di piante adulte che sono rimaste in piedi a seguito dell'evento del 26/08/2023, che risultano essere in numero maggiore rispetto all'area B e in condizioni migliori (Figura 7.5).



Figura 7.5 – Foto della Zona B, data: 05/11/2024

## 7.2 La rinnovazione di Carpino, Acero e Olmo

Tra le specie rilevate nelle aree di saggio, carpino, acero campestre e olmo sono quelle più tipiche del bosco planiziale.

Nella Zona A queste tre specie sono tra le quattro maggiormente presenti in termini di rinnovazione, insieme all'ailanto. Questo dato è rilevante, dal momento che mostra come, escludendo il problema della rinnovazione di farnia, le altre specie del bosco planiziale siano ben presenti, con anche un adeguato numero di piantine a ettaro: 12165 per il carpino, 2805 per l'olmo e 1372 per l'acero. Anche analizzando la composizione percentuale, si nota come il carpino rappresenti il 54,1%, l'olmo il 12,5% e infine l'acero il 6,1%. Questi aspetti, uniti alla scarsità di rinnovazione della farnia, potrebbero far prevedere una modifica della composizione specifica del popolamento negli anni futuri: da una predominanza della farnia, si passerà a una maggior presenza di queste specie, soprattutto del carpino.

Dal punto di vista di correlazioni tra la rinnovazione di queste tre specie e le caratteristiche morfologiche delle aree di saggio, è possibile riscontrare che, considerando le aree della Zona A caratterizzate dall'essere al di sotto della proiezione delle chiome, nell'87% dei casi è stata riscontrata la presenza di carpino, mentre per olmo e acero si registrano percentuali pari rispettivamente al 13% e 27%; anche per quanto concerne le aree caratterizzate dalla presenza di piante all'interno dell'area di saggio, nell'62% dei casi è stata riscontrata la presenza di carpino, mentre per olmo e acero le percentuali sono pari rispettivamente al 23% e 31%. Per le altre caratteristiche morfologiche non si osservano correlazioni particolari con la rinnovazione delle diverse specie, ma quest'ultime sono presenti in modo simile per le diverse situazioni.

Per quanto concerne la distribuzione della rinnovazione di carpino, acero campestre e olmo, sono state elaborate le mappe che mostrano le aree di saggio distinguendo tra quelle con presenza di tali specie e quelle senza, rispettivamente per le tre specie in Figura 7.6, 7.7 e 7.8. Da queste mappe si nota come il carpino sia ben presente in modo omogeneo sull'intera area, l'acero è meno abbondante ma anch'esso ben distribuito, mentre l'olmo è localizzato soprattutto nelle aree di saggio dei transetti più a sud; quest'ultima osservazione può essere legata alle necessità idriche dell'olmo, dal momento che la zona a sud è più vicina a un canale, che potrebbe quindi rendere il suolo nelle circostanze maggiormente ricco di acqua, favorendo quindi la presenza di questa specie.

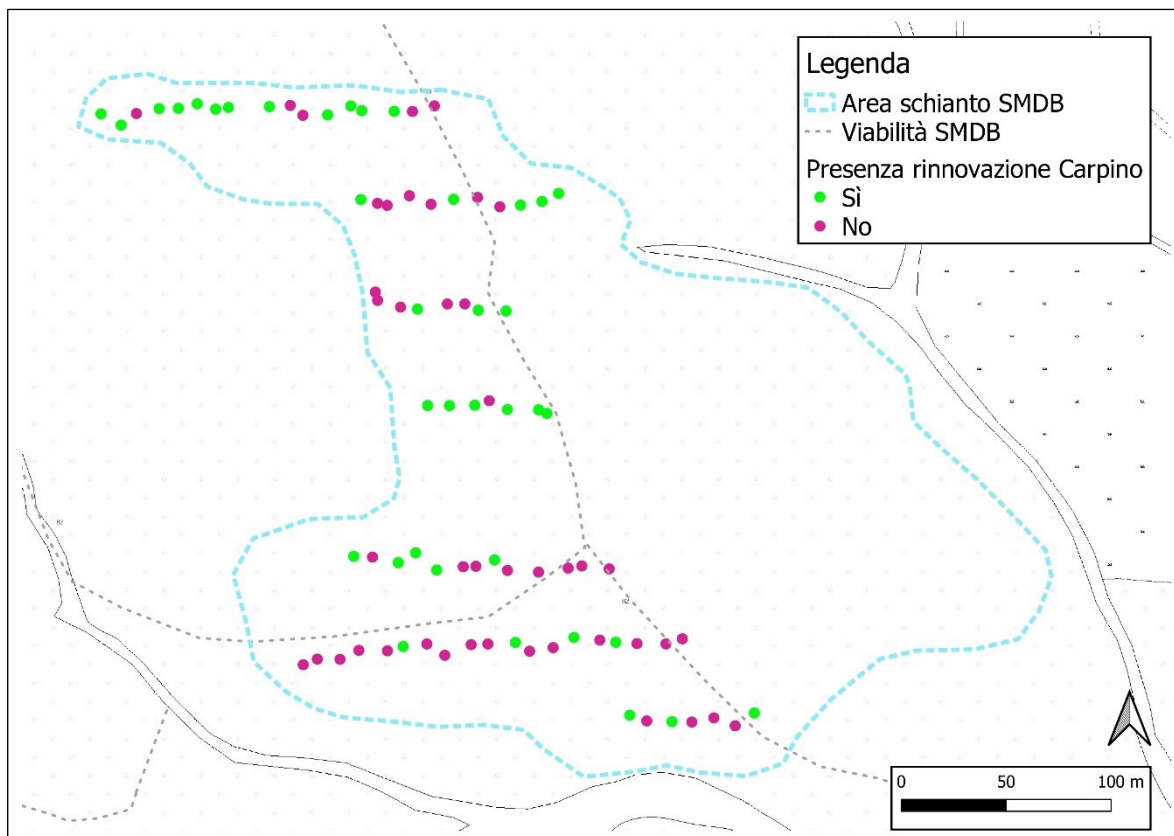


Figura 7.6 – Distribuzione della rinnovazione di carpino nelle aree di saggio della Zona A.

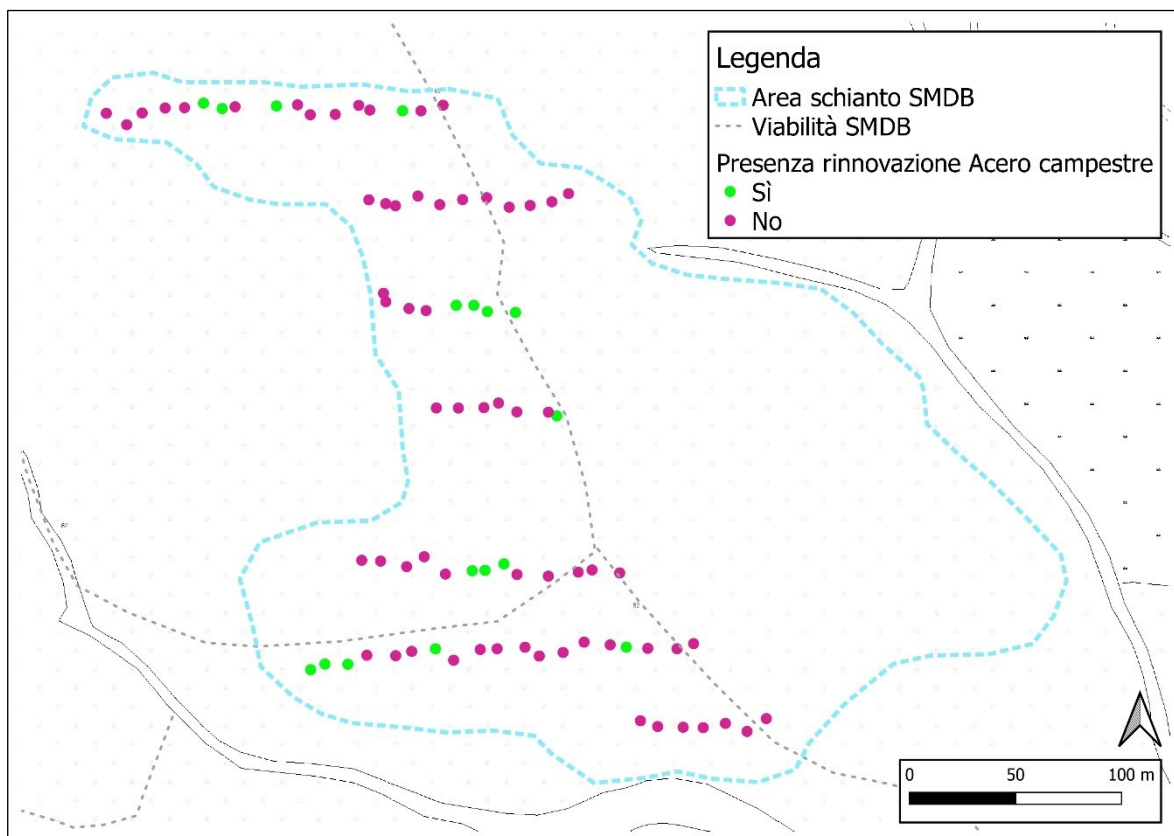


Figura 7.7 – Distribuzione della rinnovazione di acero campestre nelle aree di saggio della Zona A.

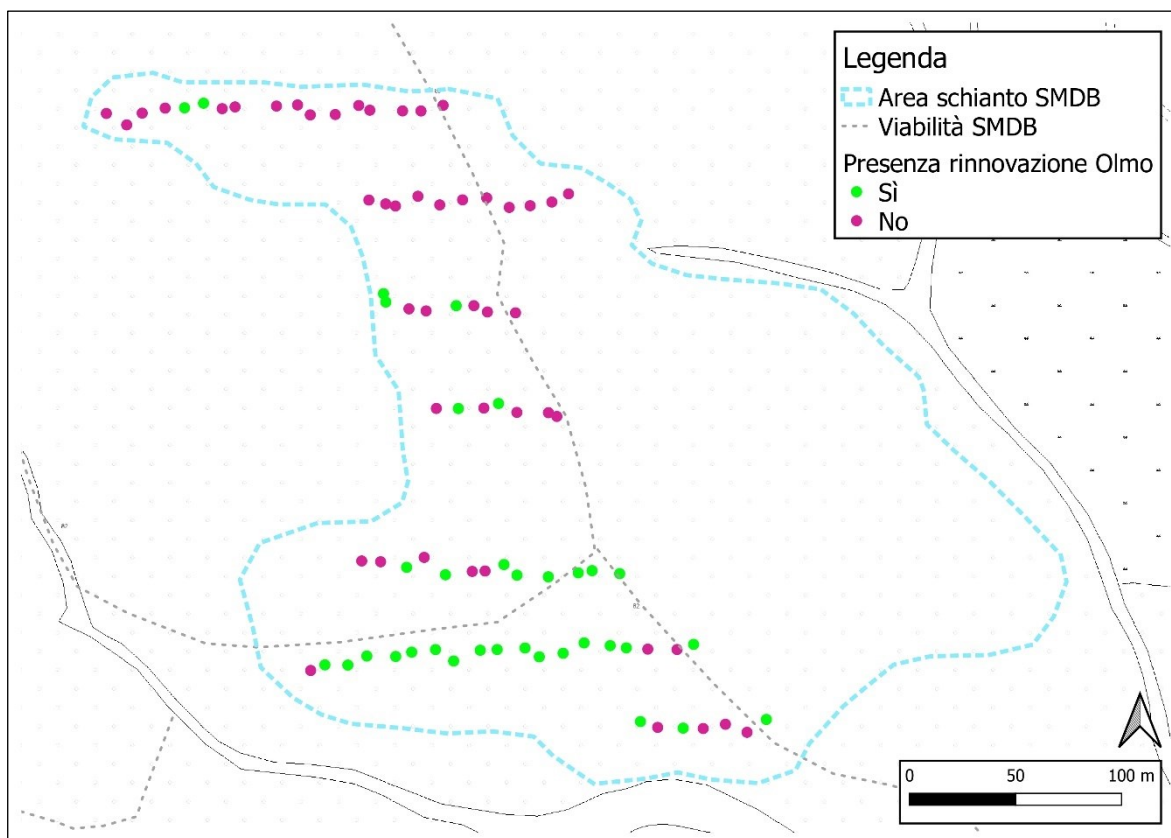


Figura 7.8 – Distribuzione della rinnovazione di olmo nelle aree di saggio della Zona A.

Analizzando la Zona B, invece, si nota come, facendo riferimento sempre alla rinnovazione, carpino e olmo siano tra le specie maggiormente presenti, con rispettivamente 1579 e 3158 piantine/ha, mentre l'acero risulta molto meno abbondante (132 piantine/ha). Tuttavia, se si considera la composizione percentuale della rinnovazione, anche carpino e olmo hanno valori piuttosto bassi, pari rispettivamente all'1,8% e al 3,6%, e l'acero rimane su percentuali ancora inferiori, pari allo 0,2%.

Pertanto, i dati della Zona B per queste specie, uniti a quelli relativi alla farnia, suggeriscono che il bosco futuro sarà caratterizzato dalla dominanza della farnia, mentre le altre specie del bosco planiziale saranno presenti in misura inferiore, andando quindi a ricostituire il querceto-carpineto e il querceto con olmo che erano presenti precedentemente allo schianto.

Anche per la Zona B sono state elaborate le mappe di distribuzione della rinnovazione, mostrate in Figura 7.9 per il carpino, in Figura 7.10 per l'acero campestre e in Figura 7.11 per l'olmo.

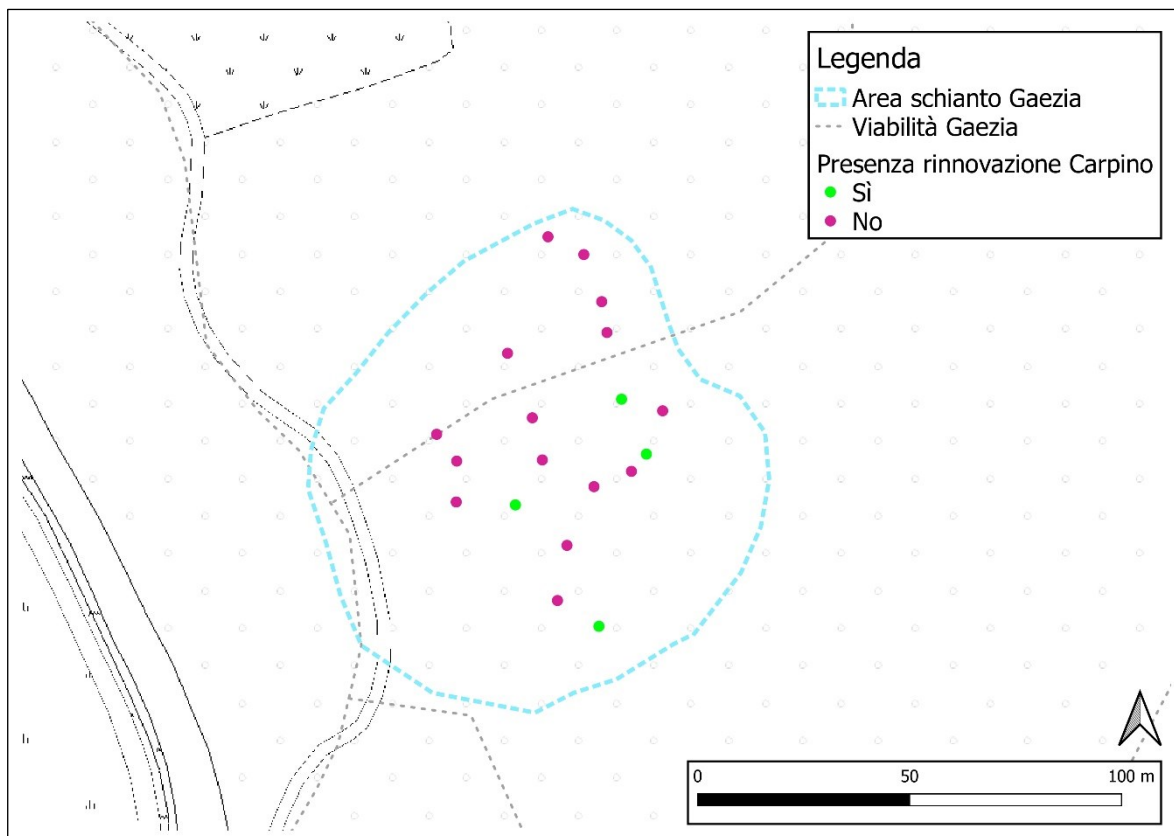


Figura 7.9 – Distribuzione della rinnovazione di carpino nelle aree di saggio della Zona B.

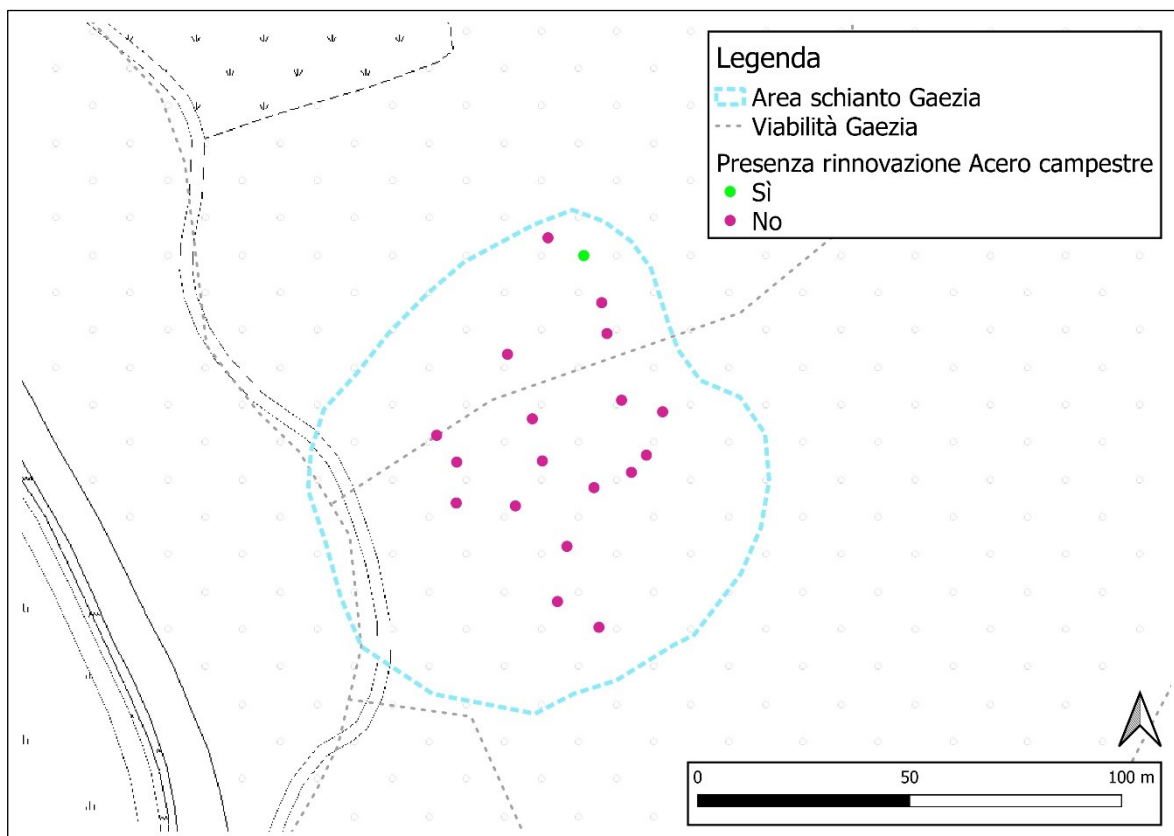


Figura 7.10 – Distribuzione della rinnovazione di acero campestre nelle aree di saggio della Zona B.

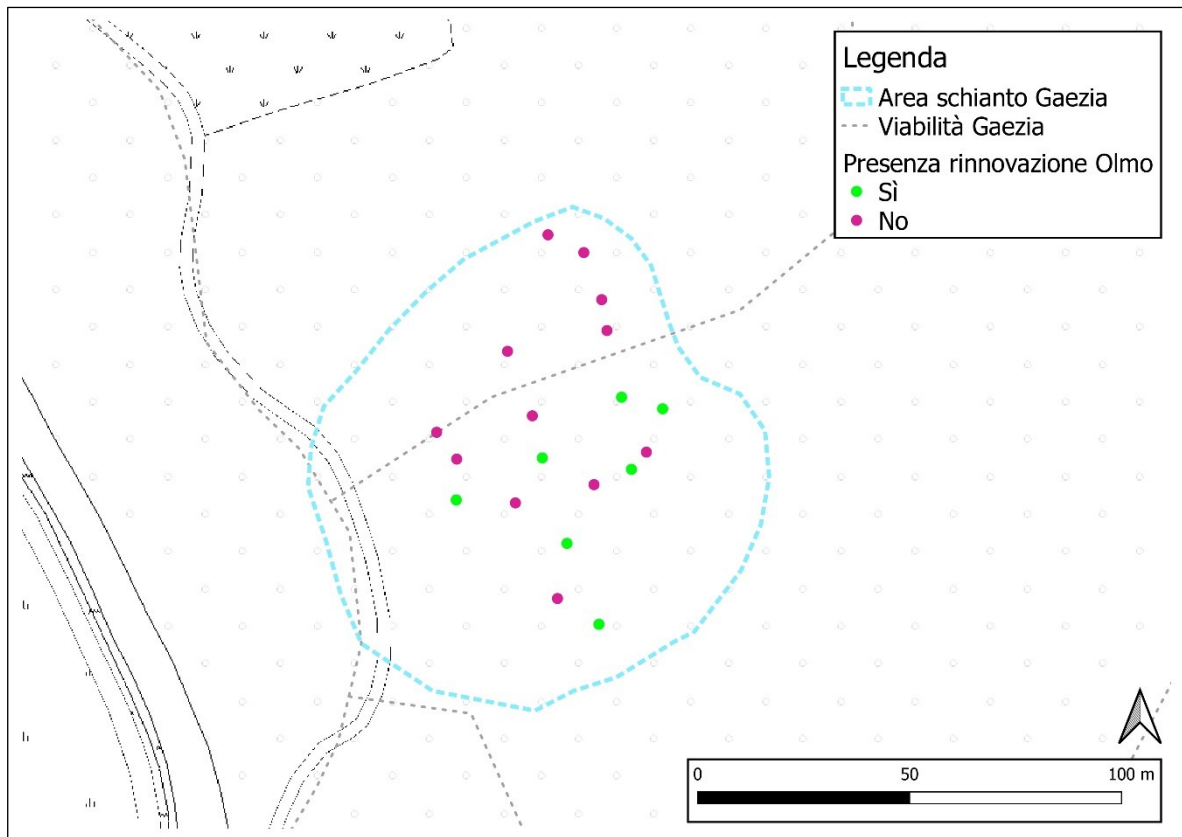


Figura 7.11 – Distribuzione della rinnovazione di olmo nelle aree di saggio della Zona B.

### 7.3 La rinnovazione delle specie aliene

Le due specie aliene presenti nelle due Zone sono la robinia e l'ailanto.

Come mostrato nel Capitolo 6, nella Zona A la percentuale delle aree in cui si rileva la presenza di rinnovazione di ailanto è pari al 37% e di robinia il 17%, e in termini di composizione specifica rappresentano rispettivamente il 9,2% e il 4,3%. Questi dati sono già indicativi del fatto che attualmente la specie che preoccupa maggiormente relativamente alla rinnovazione è proprio l'ailanto; a questo proposito è bene sottolineare che nel piano di assestamento del 2014 veniva indicato solo al margine superiore della particella 19, mentre attualmente si nota una diffusione ben maggiore, aspetto da non trascurare considerata la grande capacità di diffusione e il fatto che riesca a sfruttare in modo efficace le condizioni post schianto, per cui sarà sicuramente necessario definire le modalità di gestione di questa specie.

Per questo è stata creata una mappa che mostra la sua distribuzione sulla base dei rilievi effettuati, segnalando con colori diversi le aree di saggio in cui è stata rilevata la presenza di rinnovazione di

ailanto e quelle in cui non era presente (Figura 7.12): risulta evidente come questa specie non sia più presente solo in modo localizzato al margine della particella 19, ma sia entrata all'interno dell'intera particella. A questo proposito, con la stessa finalità e modalità utilizzata anche per la farnia, anche per l'ailanto si è posta attenzione alle superfici esterne alle aree di saggio e in questo caso si può affermare che l'ailanto è ampiamente diffuso e si trova molto facilmente sull'intera area di schianto.

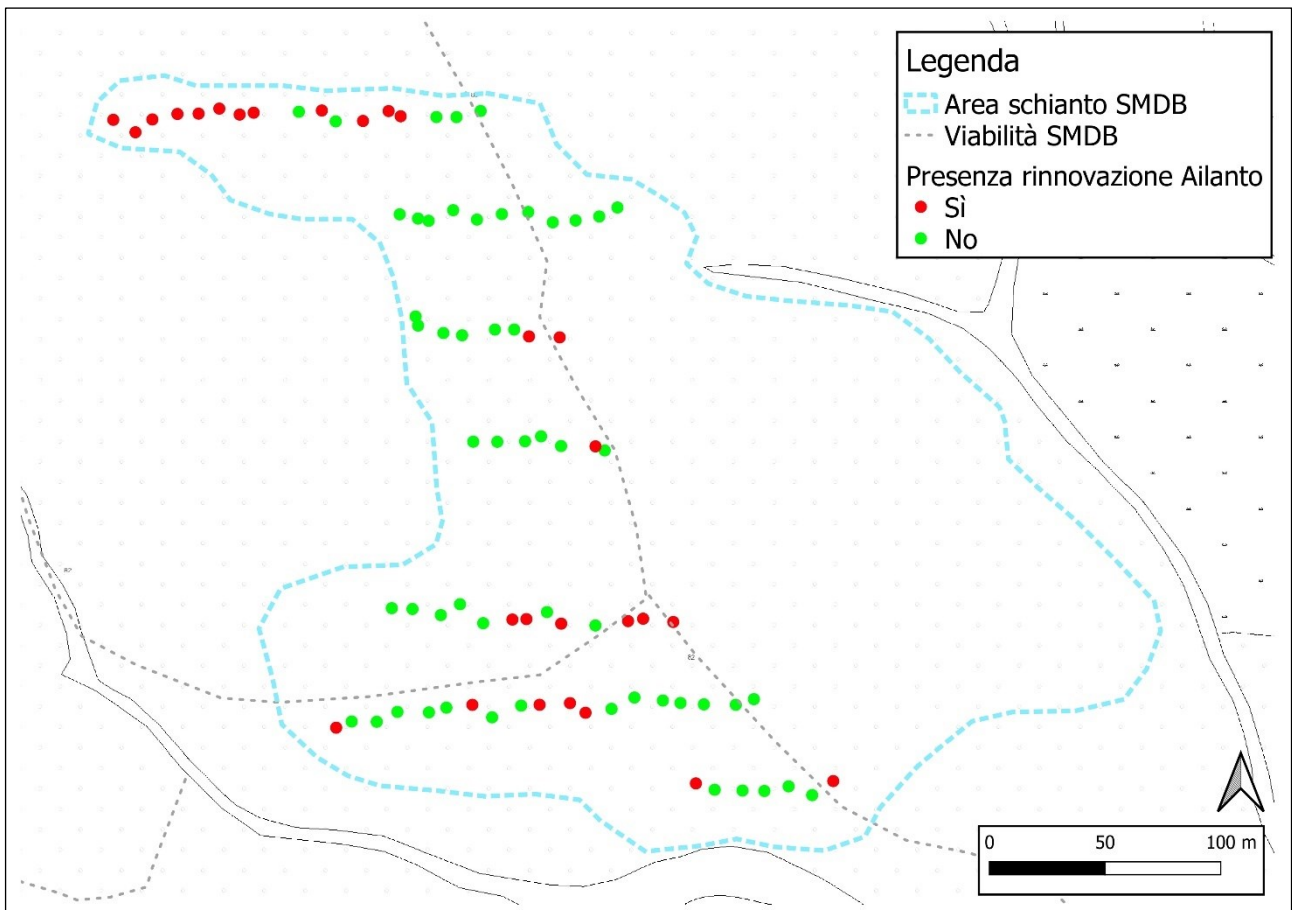


Figura 7.12 – Distribuzione della rinnovazione di ailanto nelle aree di saggio della Zona A.

Per quanto concerne la robinia, invece, si sottolinea che nelle particelle 19 e 20 del piano di assestamento era indicata tra le specie presenti nei rilievi; attualmente, vi è un'ampia presenza di questa specie con diametri piccoli e altezze intorno ai 2 metri e anche la rinnovazione è presente, seppur in percentuali minori rispetto all'ailanto. Anche per questa specie, viene riportata in Figura 7.13 la mappa di distribuzione della rinnovazione nelle aree di saggio.

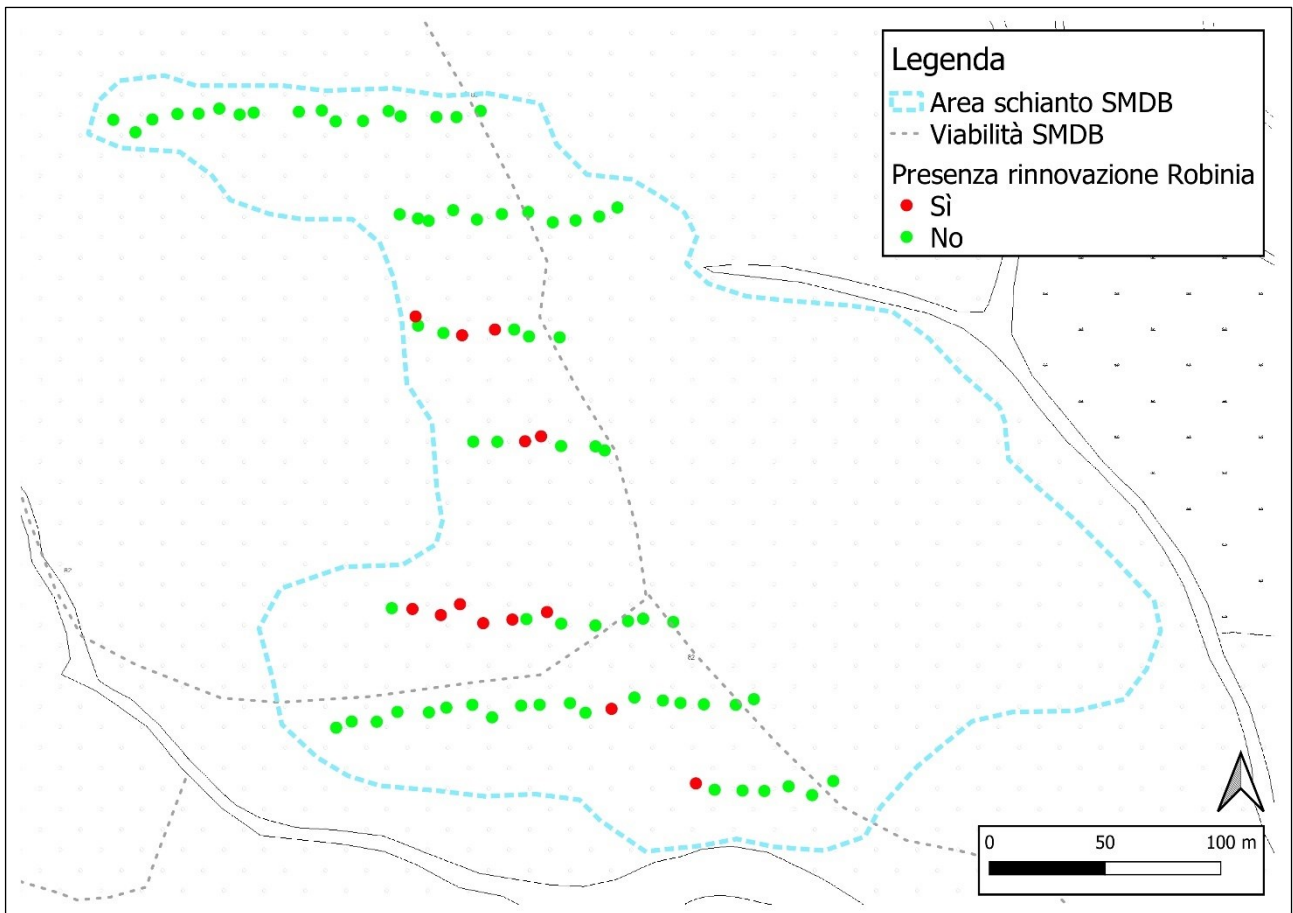


Figura 7.13 – Distribuzione della rinnovazione di Robinia nelle aree di saggio della Zona A.

Prendendo in analisi la Zona B, invece, la presenza delle due specie aliene sembra meno preoccupante: come visto nel capitolo 6, entrambe sono presenti solo nell'11% delle aree di saggio e in termini di composizione specifica rappresentano solo lo 0,3% del popolamento.

L'ailanto, rispetto a quanto segnalato nel piano di assestamento del 2014, in cui la sua presenza era localizzata esclusivamente alle particelle 28 e 31, attualmente è presente anche nella particella 16, per cui potrebbe essersi diffuso anche in altre aree dell'Azienda Agricola. In Figura 7.14 viene mostrata la mappa di distribuzione della rinnovazione nelle aree di saggio.

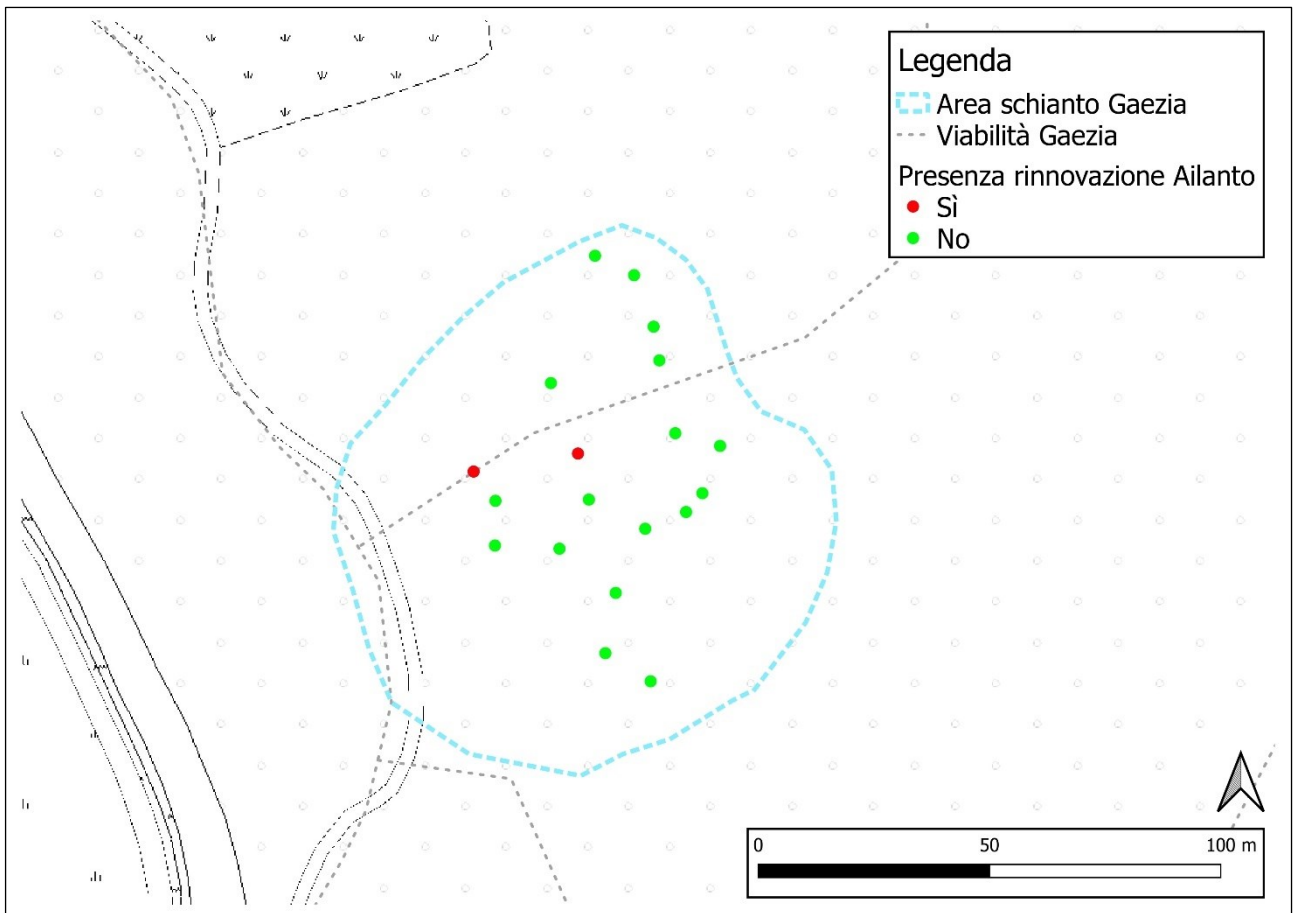


Figura 7.14 – Distribuzione della rinnovazione di ailanto nelle aree di saggio della Zona B.

Per quanto concerne la robinia, nel piano di assestamento veniva citata come presente in piccoli gruppi o in modo saltuario alternandosi alle altre specie che componevano il popolamento. Nei rilievi effettuati la rinnovazione di robinia è scarsa, per cui non sembra che la specie si stia espandendo in modo importante e, considerando l'ottima copertura da parte delle altre specie, non dovrebbe rappresentare un rischio per il popolamento futuro (Figura 7.15).

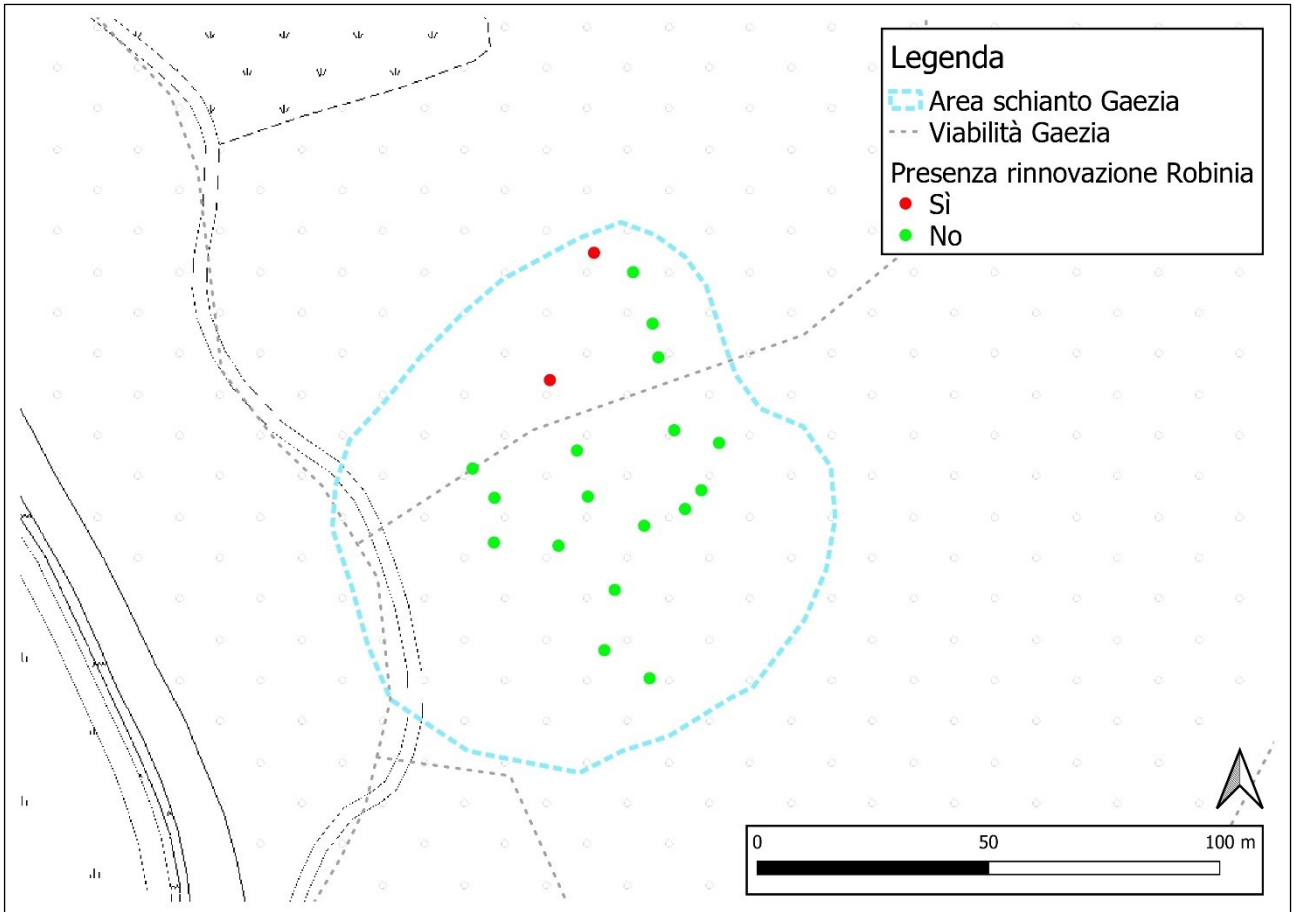


Figura 7.15 – Distribuzione della rinnovazione di robinia nelle aree di saggio della Zona B.

## 8. Conclusioni

Con la presente tesi è stato possibile analizzare e approfondire lo stato della rinnovazione naturale in seguito agli schianti da vento avvenuti il 26/08/2023 nelle Aziende Agricole Santa Maria del Bosco e Gaezia. Lo studio ha permesso di conoscere le condizioni della rinnovazione dopo un anno dall'evento e di conseguenza di poter fare le prime valutazioni sulle problematiche e gli aspetti critici da tenere in considerazione per la gestione di questi boschi.

I rilievi effettuati nella Zona A hanno permesso di avere una visione chiara di quanto possa essere difficile una ricostituzione del bosco che abbia le medesime caratteristiche che aveva precedentemente allo schianto se lasciato alla libera evoluzione. La scarsissima rinnovazione naturale di farnia, la mancanza di piante portaseme in condizioni di salute ottimali, il generale problema del deperimento e la diffusione sempre maggiore delle specie esotiche, in particolare l'ailanto, sono tutti elementi che rendono difficile la rinnovazione e l'affermazione della farnia. Un elemento positivo è dato dalla buona presenza di rinnovazione di carpino, acero campestre e olmo che potrebbe permettere la costituzione di un bosco dominato da queste specie autoctone; tuttavia, la possibilità che le specie aliene, l'ailanto in particolare, si diffondano con più facilità e rapidità andando a colonizzare le aree aperte causate dagli schianti rimane un rischio per il futuro popolamento.

Pertanto, non vi è il pericolo che in un futuro non si ricostituisca la copertura arborea, ma, lasciando all'evoluzione naturale questa zona, è probabile che si andrà incontro a un cambiamento della composizione e della dominanza specifica; in questo caso il quantitativo di rinnovazione naturale complessiva sulle diverse specie risulta sufficiente e adeguato per la creazione del nuovo popolamento, ma si potrebbe comunque considerare un intervento per il contenimento delle specie esotiche, soprattutto per l'ailanto, al fine di evitare lo sviluppo e la successiva produzione di semi, che porterebbero a una diffusione ancor più rapida, la quale risulterebbe poi quasi impossibile controllare.

Nel caso in cui, invece, considerato il valore di questi boschi di farnia sia in relazione alla rarità nel territorio della Pianura Padana sia all'importanza a livello ecologico, si ritenga necessario il ripristino del popolamento del quercu-carpineto e del querceto con olmo, quindi con la dominanza della farnia, potrebbe acquisire valore l'ipotesi di un intervento di rimboschimento e contenimento delle

specie esotiche, al fine di influenzare l'evoluzione naturale e indirizzarla verso un recupero delle caratteristiche proprie del bosco antecedente agli schianti.

I rilievi della Zona B, invece, mostrano una condizione notevolmente diversa, in cui è ragionevole ritenere che il bosco possa rinnovarsi e ricostituire il popolamento e l'ecosistema precedente allo schianto anche senza intervento, permettendo quindi il mantenimento delle tipologie forestali del querceto-carpineteto e del querceto con olmo. In quest'area la presenza e il rischio legato alle specie esotiche risulta meno preoccupante, ma al tempo stesso potrebbe essere vantaggioso intervenire in questa fase per il loro contenimento, sfruttando la scarsa presenza che permetterebbe di avere un ottimo impatto con costi relativamente contenuti e per non dover gestire questo problema quando la specie sarà già notevolmente diffusa e presente sul territorio.

## **8.1 Consigli di gestione**

Nel caso in cui si decida di ripristinare i boschi a dominanza di farnia, nella Zona A la rinnovazione artificiale sarebbe necessaria in quanto il numero di piantine presenti è totalmente insufficiente: come visto nel Capitolo 6, il valore di densità di piantine di farnia risulta pari a 0,006 piantine/m<sup>2</sup> (corrispondenti a 61 piantine/ha). Facendo riferimento alle "Linee guida per la gestione selvicolturale dei boschi di quercia farnia in Lombardia" (A.A.V.V., 2021), Deliverable del progetto Life Gestire 2020, per i popolamenti a dominanza di farnia e prendendo in considerazione le problematiche tipiche di questi boschi, tra cui il deperimento stesso della farnia, le condizioni in termini di densità dei semenzali che garantirebbero la futura affermazione della farnia sarebbero di 50-100 piantine di farnia al m<sup>2</sup>; risulta, quindi, chiaro quanto il valore attuale sia distante dall'ottimale e quindi quanto sia effettivamente necessaria la rinnovazione artificiale per il mantenimento di questa specie.

La densità di rinnovazione di farnia all'ettaro risulta non sufficiente anche se si considerassero come riferimento altri studi, che pur presentando un valore di densità all'ettaro di piantine di quercia minore rispetto a quello indicato precedentemente, questo rimane comunque nettamente più elevato rispetto alle condizioni attuali di rinnovazione nella Zona A. Dobrowolska (2006) ritiene sufficienti per la conversione di un popolamento misto di pino silvestre a uno dominato dalle latifoglie tra cui la quercia i valori di densità ottenuti nello studio, che, in modo diverso in base alla localizzazione della rinnovazione in aree aperte o sotto copertura e in base all'altezza e diametro

delle piantine, sono compresi tra circa 1500 e 95000 piantine/ha. Facendo quindi riferimento anche ai valori più bassi riscontrati in questo studio, è chiaro che nella Zona A le 61 piantine/ha sono sicuramente insufficienti.

Ne deriva, pertanto, che la rinnovazione artificiale è necessaria nella Zona A e dal punto di vista pratico per il rimboschimento si possono tenere in considerazione alcuni elementi che possono migliorare l'efficacia dell'intervento. Innanzitutto, è importante fare una scelta riguardo il materiale utilizzato per l'impianto: è fondamentale utilizzare materiale di provenienza locale, anche se alcuni studi presentano la possibilità di utilizzare materiale proveniente da altre aree d'Italia in cui i genotipi presenti potrebbero essere maggiormente adattati al cambiamento climatico. (A.A.V.V. 2021). Questo aspetto può essere innovativo e potrebbe portare ad avere popolamenti più adattati alle condizioni future, ma al tempo stesso sarebbe fondamentale un continuo monitoraggio al fine di controllare eventuali problematiche e nel caso poter rimuovere questi individui prima che arrivino a maturazione, con importanti costi conseguenti. Un altro accorgimento che si potrebbe tenere nella scelta del materiale di impianto, soprattutto in relazione al problema del deperimento della farnia, sarebbe fare riferimento al progetto "ResQ", che ha individuato alcune piante resistenti, da cui c'è l'intenzione di raccogliere i semi per poter disporre di materiale di rinnovazione che sia resistente al deperimento; essendo il progetto molto recente, probabilmente questo materiale non sarebbe disponibile per il momento di impianto, ma può essere ad ogni modo una considerazione interessante per eventuali necessità di rimboschimento che si presenteranno in futuro.

Oltre al materiale da utilizzare per il rimboschimento, è necessario preparare il luogo di impianto con eventuali lavorazioni del suolo superficiale e valutare le microstazioni più favorevoli. Il sesto d'impianto da favorire prevede nuclei densi di farnie, in numero non inferiore a 20 e con distribuzione non regolare, creati con semenzali di almeno 3 anni di età, con un'altezza di circa 30 cm e che si presentino in ottime condizioni anche per quanto concerne lo sviluppo dell'apparato radicale (A.A.V.V. 2021).

In riferimento alle esotiche, invece, l'intervento più urgente riguarderebbe l'ailanto, dal momento che la robinia sembra rappresentare un problema minore e le altre specie esotiche presenti sono erbacee, ossia la Fitolacca e l'Erigeron, per cui potrebbero andare incontro a una diminuzione naturale in seguito alla formazione e al ristabilimento di un equilibrio ecologico del bosco.

Attualmente non si conosce ancora un metodo che sia chiaro, sicuro ed efficace per il controllo dell'ailanto. Alcuni studi hanno analizzato le diverse possibilità di controllo: meccanico, biologico e

chimico. In generale è stato riscontrato come il controllo meccanico sia quello con minori risultati e minor efficacia, a causa della capacità pollonifera della specie in questione, per cui la rimozione della parte epigea della pianta può indurre la produzione di polloni radicali, andando quindi a rendere inefficaci le operazioni svolte (Hrabovský e Hladík, 2024); gli altri due metodi, invece, portano a risultati migliori, seppur ancora in fase di studio e definizione delle migliori tecniche applicative. Hrabovský e Hladík (2024) mostrano l'efficacia del controllo biologico tramite l'utilizzo del fungo *Verticillium nonalfalfae*, ascomicete già presente in Europa, cosa che rappresenta un elemento vantaggioso dal momento che non è quindi necessario introdurre una specie aliena con i conseguenti rischi ecologici per gli organismi autoctoni che spesso non possono essere previsti. L'utilizzo del fungo permette la morte sia della pianta trattata, compreso l'apparato radicale ed eventuali polloni, sia delle piante di ailanto nelle vicinanze; il controllo chimico, invece, se da un lato spesso permette di assicurare la morte immediata dell'individuo trattato, dall'altro non influisce sulle piante vicine e non sempre riesce a determinare la morte della componente radicale della pianta, che quindi potrebbe ricacciare negli anni successivi (Hrabovský e Hladík, 2024). Altri studi, invece, sostengono l'efficacia del controllo chimico dell'ailanto: in particolare sono stati raggiunti ottimi risultati applicando nel periodo autunnale erbicidi che abbiano un'elevata traslocazione floematica, cosicché il sistema radicale venga raggiunto dal prodotto e si possa evitare l'emissione di polloni radicali (Soler e Izquierdo, 2024).

Questi metodi di contenimento dell'ailanto, seppur stiano dando risultati positivi, sono ancora in fase di sperimentazione e vi è inoltre la necessità di valutare la conciliabilità di questi metodi con le normative del territorio in cui si opera. Pertanto, è bene presentare anche alcune indicazioni gestionali elaborate sul territorio italiano. In termini pratici, dopo aver valutato se la diffusione della specie esotica sia sufficientemente limitata affinché l'intervento sia efficace seppur con un investimento economico contenuto, per il contenimento dell'ailanto si riportano di seguito alcune indicazioni selvicolturali derivanti da alcune esperienze in popolamenti planiziali in Piemonte e indicate nel Deliverable del Progetto Life Gestire 2020 "Linee guida per la gestione selvicolturale dei boschi di quercia farnia in Lombardia":

"1) Per individui con diametro a petto d'uomo (DBH) > 30 cm, taglio degli individui portaseme per evitare diffusione a lungo raggio; trattamento chimico con spennellatura sulla ceppaia.

2) Per individui con DBH < 30 cm e h > 200 cm, cercinatura dei tronchi, ossia eliminazione della corteccia e incisione del tronco fino al cambio, per una fascia di almeno 15 cm, ad una altezza di circa 100 cm. Questa pratica deve essere effettuata in primavera alla ripresa vegetativa della pianta

quando è massima la pressione dei flussi di linfa all'interno. La cercinatura può essere effettuata con una motosega o con una roncola a mano a seconda delle dimensioni della pianta. Gli esemplari soggetti a cercinatura (adulti, giovani e polloni) dovranno essere lasciati morire in piedi.

3) Per individui nelle prime fasi di sviluppo ( $h < 200$  cm), estirpazione con attrezzi manuali.”

Oltre all'intervento a carico dell'ailanto, però, nel caso le operazioni di contenimento delle esotiche siano svolte in concomitanza a un rimboschimento, sarebbe opportuno occuparsi anche delle erbacee “tramite decespugliamento continuo principalmente durante la stagione primaverile ed estiva” (A.A.V.V. 2021), dal momento che un'eccessiva copertura erbacea potrebbe ombreggiare eccessivamente e creare situazioni di competizione per le piantine messe a dimora.

## **8.2 Considerazioni finali**

In conclusione, la presente tesi con i risultati ottenuti ha permesso di conoscere le caratteristiche e le condizioni di rinnovazione delle due Zone che, se per alcuni aspetti vegetazionali potevano sembrare simili, in realtà attualmente si trovano in condizioni molto diverse e che quindi necessitano delle attenzioni gestionali specifiche descritte in questo capitolo. Lo studio ha permesso di valutare la rinnovazione a un anno dallo schianto; pertanto, potrebbe essere interessante e utile approfondire le dinamiche ecologiche e l'evoluzione della rinnovazione negli anni a seguire, al fine di osservare eventuali cambiamenti o, nel caso vengano effettuati gli interventi di rimboschimento o contenimento delle specie esotiche, valutarne l'efficacia, anche in relazione alle future condizioni legate al cambiamento climatico, che potrebbe determinare o influenzare l'evoluzione del bosco.

## Bibliografia

A.A.V.V., 2021. Linee guida per la gestione selvicolturale dei boschi di quercia farnia in Lombardia, LIFE GESTIRE 2020 Nature Integrated Management to 2020

A.A.V.V., 2011. Querco-carpineti planiziali in deperimento: linee guida per la gestione. Regione Piemonte. 24 pp.

Bianchi L., Caronni F., Giovannini G., Paci M., 2013. La conservazione dei boschi a dominanza di farnia del Parco Lombardo Valle del Ticino: risultati a tre anni dall'avvio della sperimentazione e prime indicazioni gestionali. *Forest@ 10*: 1-13 [online 2013-02-04] URL: <http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0825-010>

Del Favero R. 2004. I boschi delle regioni alpine italiane. Padova: CLEUP Coop. Libreria Editrice Università di Padova

Del Favero R. et al. I tipi forestali nella Regione Lombardia. ©Copyright: Regione Lombardia e autori.

Dobrowolska D., 2006. Oak natural regeneration and conversion processes in mixed Scots pine stands. *Forestry* 79, 503–513. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpl034>.

Ducci F., Belletti P., Calvo E., Cantiani P., Ducouso A., Mirta F., Koenig A., Monteleone L., Proietti R., Vannuccini M. 2007. Le Risorse Genetiche della Farnia della Val Padana. Tutela e Gestione (Progetto "Foresta della Carpaneta" Regione Lombardia - ERSAF). Ed. CRA - Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Arezzo [ISBN: 978-88-901923-2-6]: 143 p.

Gouveia-Barrocas E., Gonçalves A.C., 2023. A new methodology to evaluate natural regeneration: A case study of *Quercus ilex* in the montado in Portugal. *Front. For. Glob. Change* 6: 1123248. Doi:10.3389/ffgc.2023.1123248

Hecker U. 1988. Latifoglie. Piante legnose spontanee dell'Europa continentale. Bologna: Zanichelli, 1988.

Hrabovský M., Hladík M., 2024. Control of invasive *Ailanthus altissima* in the Danube floodplain forests in Bratislava using chemical and biological agents. *Forest Ecology and Management*, Volume 569, 122225, ISSN 0378-1127, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122225>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112724005371>)

Maximilian Axer M., Robert Schlicht R., Sven Wagner S., 2021. Modelling potential density of natural regeneration of European oak species (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) depending on the distance to the potential seed source: Methodological approach for modelling dispersal from inventory data at forest enterprise level. *Forest Ecology and Management*, Volume 482, 118802, ISSN 0378-1127. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118802>.  
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112720315711>)

Merati M. 2015. Piano di Assestamento semplificato Azienda Agricola Santa Maria del Bosco

Musmeci R., 2023. Stima danni per schianti in bosco dovuti a eventi meteorologici.

Olmo V., Tordoni E., Petruzzellis F., Bacaro G., Altobelli A., 2021. Use of Sentinel-2 Satellite Data for Windthrows Monitoring and Delimiting: The Case of “Vaia” Storm in Friuli Venezia Giulia Region (North-Eastern Italy). *Remote Sens.* 2021, 13, 1530. <https://doi.org/10.3390/rs13081530>

Parco Lombardo della Valle del Ticino - Magenta (MI) Statuto approvato con deliberazione di Giunta regionale 8 novembre 2013 - n. X/906

Passarino L., Galipò G., Travaglini D., 2022. Monitoraggio della rinnovazione naturale di specie arboree nella foresta di Vallombrosa in aree disturbate dal vento. *L'Italia Forestale e Montana*, 77 (2): 71-84. <https://dx.doi.org/10.36253/ifm-1707>

Soler J., Izquierdo J. 2024. Chemical Control of the Invasive Tree *Ailanthus altissima*. *Agriculture* 2024, 14, 1992. <https://doi.org/10.3390/agriculture14111992>

Studio Terra Viva (Vigevano, PV), 2014. Piano di Assestamento Forestale validità 2014 – 2024,  
Gaezia S.A.S. di Giuseppe Balbo & c. Comune di Vigevano

## Sitografia

<https://ente.parcoticino.it/> 06/12/2024

[https://milano.corriere.it/notizie/cronaca/23\\_settembre\\_15/strage-di-alberi-al-parco-del-ticino-danni-enormi-ai-boschi-di-querce-c-e-il-rischio-che-siano-sostituite-da-specie-esotiche-01d47bbd-aae5-4aaf-9f3a-e82516a7bxlk.shtml](https://milano.corriere.it/notizie/cronaca/23_settembre_15/strage-di-alberi-al-parco-del-ticino-danni-enormi-ai-boschi-di-querce-c-e-il-rischio-che-siano-sostituite-da-specie-esotiche-01d47bbd-aae5-4aaf-9f3a-e82516a7bxlk.shtml) 11/11/2024

<https://resq.unipv.it/> 06/12/2024

<https://rivistanatura.com/anche-il-parco-del-ticino-ha-avuto-la-sua-tempesta-vaia/> 11/11/2024

<https://www.arpalombardia.it/> 21/12/2024

<https://www.cnr.it/it/news/12504/rimboschimento-della-farnia-nuove-soluzioni-grazie-a-combinazioni-di-geni-potenzialmente-resistenti-al-deperimento> 17/01/2025

<https://www.parcoticinolagomaggiore.com/it-it/home> 20/11/2024

## **Ringraziamenti**

Ringrazio lo Studio Terra Viva di Vigevano e in particolare il Dott. For. Gabriele Sguazzini per la sua disponibilità, cortesia e collaborazione sia in campo sia nel lavoro di stesura della tesi.

Ci tengo a ringraziare in modo sincero il prof. Mario Pividori, che, oltre a svolgere con passione il suo ruolo, mi ha seguita in questo lavoro di tesi con cura, gentilezza, aiuto concreto e continuo supporto, dimostrando le vere qualità di un buon professore.

Un grande grazie anche alla mia famiglia, alle amicizie di sempre e quelle venute create qui, che con affetto e consigli hanno reso migliore questo percorso.