



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI**

**CORSO DI LAUREA IN VALORIZZAZIONE E TUTELA  
DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO MONTANO**

**LO SCHIANTO DEI CASTAGNI: UN CASO DI STUDIO NEL PARCO  
REGIONALE DEL CAMPO DEI FIORI**

Elaborato finale di

Stefano Augusto MALNATI

Matricola 891286

Relatore: Prof. Gian Battista Bischetti

Correlatore: Dott. Ing. Alessio Cislaghi

Anno Accademico 2018/2019

## **Indice**

<b>Riassunto</b> .....	4
<b>Introduzione</b> .....	6
 <b>Capitolo 1.</b>	
Il Bosco di Protezione.....	9
1.1 La definizione di bosco di protezione, il ruolo e gli effetti benefici di quest'ultimo.....	10
1.2 Il ribaltamento e lo schianto: il fenomeno.....	12
 <b>Capitolo 2.</b>	
La tempesta Vaia.....	17
2.1 La tempesta Vaia.....	18
2.2 I danni prodotti dalla tempesta.....	20
2.3 Mobilitazione dell'uomo in relazione alla tempesta nelle aree geografiche interessate.....	22
 <b>Capitolo 3.</b>	
La zona oggetto dello studio.....	25
3.1 Inquadramento geografico dell'area di studio.....	26
3.2 Tipologia forestale dell'area di studio.....	27
3.3 Cause di indebolimento della foresta.....	28

## **Capitolo 4.**

Metodologia di indagine.....	29
4.1 Misurazioni effettuate.....	30
4.2 Strumentazione utilizzata.....	30
4.3 Scheda di campagna.....	31

## **Capitolo 5.**

Risultati e discussione.....	39
------------------------------	----

## **Capitolo 6.**

Discussione e confronto con altre specie.....	47
---	----

## **Capitolo 7.**

Conclusioni.....	52
------------------	----

## **Appendice A.**

Schede di campagna.....	55
-------------------------	----

<b>Bibliografia.....</b>	<b>86</b>
--------------------------	-----------

## ***Riassunto***

Sin dall'antichità, il bosco ha rivestito un ruolo fondamentale per lo sviluppo delle comunità che hanno popolato e tutt'ora popolano le aree di montagna. Il bosco ha sempre avuto molte funzioni nel contesto montano fornendo riparo agli uomini, legna da ardere e da costruzione, protezione. In particolare, nei giorni nostri è uno dei principali ambienti ricreativi, sportivi e di svago.

Negli ultimi anni, con il fenomeno degli schianti da parte del vento, i boschi hanno subito gravi danni con distruzione e danneggiamenti di intere aree boscate soprattutto nelle zone di montagna.

I danni e le conseguenze che questo fenomeno apporta, non sono solo di natura economica come si può erroneamente pensare, ma vanno a colpire anche le funzioni precedentemente descritte. In particolare, il soprassuolo dove sono avvenuti gli schianti si trova privo di copertura vegetale, condizione che favorisce l'erosione da parte degli agenti atmosferici; si riduce l'effetto delle radici nel mitigare l'innescò di frane e viene a mancare l'effetto barriera contro slavine, valanghe e caduta massi.

Una perturbazione che recentemente ha colpito le regioni settentrionali del nostro paese, andando a danneggiare intere foreste e non solo, è stata la tempesta Vaia: un'ondata di maltempo che si è abbattuta tra il 27 e 30 ottobre 2018. Questo evento meteorologico ha provocato la distruzione di circa 42 mila ettari di bosco, atterrando alberi per un volume complessivo di 8.5 milioni di metri cubi di legname e causando così una perdita economica stimata in 923 milioni di euro al patrimonio boschivo.

In seguito a questa catastrofe è stato appurato che questa tipologia di fenomeni risulti avvenire sempre più frequentemente e, per tanto, con il presente elaborato si è cercato di sviluppare un metodo per identificare la resistenza al ribaltamento di singole piante e poi successivamente identificare le aree più soggette allo schianto da parte del vento.

L'attività di studio è iniziata effettuando una raccolta dettagliata di informazioni per verificare lo stato dell'arte sull'argomento degli schianti da vento e di dati riguardanti la tempesta Vaia, dati che sono stati pubblicati su quotidiani, documenti regionali ufficiali, articoli scientifici e siti internet dedicati.

Successivamente è iniziata la vera e propria attività in campo, come prima cosa è stata delimitata un'area di studio situata nel comune di Varese, all'interno del Parco Regionale del Campo dei Fiori, dove sono state identificate trenta piante di castagno schiantate dal

vento ed è stata poi elaborata una scheda di campagna per raccogliere alcuni dati di ogni singola pianta.

Tali misurazioni includono: caratteristiche forestali, dimensioni del fusto e della chioma, grandezza della ceppaia e relativa buca, posizione della pianta schiantata, quota, coordinate GPS, pendenza locale, e tipologia di schianto.

Per svolgere le misurazioni in campo è stato opportuno avvalersi di apposita attrezzatura come: bindella metrica, metro a stecca, calibro forestale ed elettronico, matita e penna, bomboletta spray e un'applicazione sullo smartphone per determinare la posizione della pianta e la pendenza locale.

Annotati i dati sulle schede di campagna, si è proceduto ad inserirli all'interno di fogli elettronici di calcolo e software statistici. Questi ci hanno permesso di determinare le dimensioni medie, massime e minime della chioma, del fusto, della buca e dell'apparato radicale delle 30 piante analizzate, e successivamente di elaborare grafici per interpretare al meglio i risultati ottenuti.

Tali misure sono state utili per relazionare alcune caratteristiche delle piante abbattute alla dimensione della buca formatasi dopo lo schianto e saranno utilizzate come input per valutare il momento ribaltante che ha provocato lo schianto.

Infine, il presente elaborato è un primo passo verso la comprensione del fenomeno degli schianti in aree boschive dominate dal castagno, e verso una migliore modellizzazione del singolo evento.

In futuro sarà possibile delimitare delle aree con maggiore rischio di ribaltamento e costruire delle mappe sulla suscettibilità al rischio di schianto in funzione della pendenza locale topografica e del soprassuolo forestale.

## ***Introduzione***

Sin dall'antichità, il bosco riveste una funzione primaria nei vari contesti territoriali: dapprima, esso forniva riparo agli uomini e legna da ardere per riscaldarsi, poi ha permesso all'uomo di reperire legna per costruzioni rurali di varia natura, soprattutto in ambiente montano (si pensi, ad esempio, alle abitazioni walser, popolazione di origine germanica che abita tuttora le regioni alpine intorno al monte rosa) da ultimo, ma non per importanza, esso è usato nei giorni nostri come uno dei principali ambienti ricreativi, sportivi e di svago.

Oggigiorno il bosco ricopre un ruolo fondamentale di interesse pubblico, tanto che, sempre più spesso, il tema della tutela e della sua valorizzazione del bosco è un argomento di profonda riflessione e discussione.

Prima di descrivere le varie tipologie di bosco e addentrarsi nel merito del presente elaborato, è opportuno fornire una corretta definizione di bosco, di quale sia il suo ciclo vitale e, altresì, quale sia il rapporto che lo lega con l'uomo e con l'attività che quest'ultimo svolge.

In termini generali, per "bosco" si intende un'associazione vegetale di alberi selvatici di alto fusto e di arbusti ed erbe che vanno a costituire il sottobosco su una notevole estensione di terreno (dizionario Treccani)

La definizione formale, corretta ed esaustiva definizione di bosco viene fornita dalla normativa regionale vigente.

Il comma 1 dell'art. 42 del Testo Unico delle Leggi Regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale (legge regionale 5 dicembre 2008 n° 31 della Lombardia), sancisce che: *"sono considerati bosco le formazioni vegetali, a qualsiasi stadio di sviluppo, di origine naturale o artificiale, nonché i terreni su cui esse sorgono, caratterizzate simultaneamente dalla presenza di vegetazione arborea o arbustiva, dalla copertura del suolo, esercitata dalla chioma della componente arborea o arbustiva, pari o superiore al venti per cento, nonché da superficie pari o superiore a duemila metri quadri e larghezza non inferiore a 25 metri"*.

Il bosco svolge una molteplicità di funzioni, che possono essere classificate in quattro categorie.

Funzione produttiva, funzione protettiva, funzione paesaggistico-ricreativa e funzione ecologica-naturalistica.

La prima delle richiamate funzioni si deve al perpetuo accrescimento longitudinale e diametrico delle piante che popolano il bosco ed è di facile e immediata comprensione: il

bosco produce la materia prima “legno”, considerata da sempre indispensabile per i molti utilizzi perlopiù legati alla sopravvivenza e alle attività lavorative dell’uomo.

L’efficacia di tale funzione, però, è variabile in relazione alla specie vegetale di riferimento nonché, soprattutto, all’ambiente in cui il bosco si sviluppa.

La seconda delle elencate funzioni del bosco, chiamata protettiva, si esplica nella difesa sia contro il dilavamento e l’erosione, sia contro il distacco delle valanghe e l’insorgere di fenomeni franosi (Lassini et al. 1983).

Pertanto, i luoghi in cui il bosco è maggiormente chiamato alla funzione protettiva sono i territori collinari e montuosi in generale.

Il bosco svolge anche una funzione paesaggistico-ricreativa: infatti, se da una parte esso contribuisce a generare nel circostante ambiente naturale fascino e bellezza, dall’altra mette a disposizione e offre all’essere umano un’infinita molteplicità di attività ricreative e di svago (quali, ad esempio, sport, turismo ed attività didattiche).

Infine, il bosco svolge anche la funzione cosiddetta ecologica-naturalistica: il bosco è popolato da un’infinita quantità di specie animali e vegetali che costituiscono la biodiversità forestale.

La disciplina che governa il bosco e le varie funzioni da esso svolte è denominata “selvicoltura”, ovvero la scienza che studia l’impianto e la conservazione dei boschi.

Nell’ambito boschivo, è senza dubbio a tale complesso di norme che si deve la distinzione, operata durante gli anni dello sviluppo economico, tra le due “forme di governo” ceduo e alto fusto.

Il bosco ceduo è un bosco sottoposto a tagli e manutenzioni periodiche, chiamati turni di ceduzione, generalmente effettuati con cadenza decennale o trentennale, che si rigenera autonomamente e automaticamente – in quanto caratteristica naturale delle latifoglie – attraverso l’emissione di polloni, altrimenti definiti come i ricacci della ceppaia, cioè la parte basale di un albero che, a seguito del taglio del fusto, rimane nel bosco ancorata al terreno, dando così vita a nuove gemme.

Se il taglio e la manutenzione della pianta sono effettuati alle prescritte cadenze temporali, il descritto processo naturale può ripetersi per numerose volte dando origine a molteplici nuove generazioni di alberi.

Operati i tagli del bosco ceduo, data la ridotta selezione genetica delle piante nate da polloni, il legno ricavato viene solitamente utilizzato come combustibile o per paleria.

Per quanto riguarda la diffusione nel territorio italiano della descritta forma di governo, essa è particolarmente diffusa nelle zone appenniniche e prealpine, laddove le specie dominanti sono latifoglie come faggio, castagno, quercia e robinia.

Il bosco ceduo è soggetto ad una moltitudine di problematiche quali, ad esempio, l'abbandono, ovvero la mancata ceduzione degli alberi da parte dell'uomo, che da origine ad un successivo invecchiamento e cattiva conservazione delle piante che compongono il bosco.

Ciò implica, in casi di particolari di condizioni atmosferiche avverse, come cariche da neve o forte vento, il fenomeno del ribaltamento delle piante.

La conseguenza inevitabile è che il bosco non sia più in grado di adempiere le sue proprie funzioni.

Il bosco ad alto fusto, invece, è quella tipologia di bosco gestito a cadenza variabile da quarantennale a centennale: il bosco in questo caso si rigenera grazie alla innata caratteristica delle piante di rilasciare nell'ambiente, ogni anno, semi che potranno germinare in caso di condizioni ambientali favorevoli.

In questo caso, contrariamente a quanto avviene per il bosco ceduo, il legname ricavato dal taglio viene utilizzato come legno da opera e da costruzione.

Gli obiettivi e le conclusioni che verranno esposte ed analizzate in questo elaborato finale, riguardano la stabilità di soprassuoli devastati da catastrofi naturali e le conseguenze derivanti l'assenza del bosco in quell'area.

Lo scopo del tirocinio svolto, e delle relative misurazioni effettuate, è stato quello di indagare e determinare le caratteristiche delle piante ribaltatesi a causa della tempesta Vaia e definire il momento ribaltante delle piante schiantate.



## *Capitolo 1*

---

### *Il bosco di protezione*

## ***1.1 La definizione di bosco di protezione, il ruolo e gli effetti benefici di quest'ultimo***

Delle tre funzioni che il bosco svolge, sicuramente quella di protezione è la funzione che suscita il maggior interesse (figura 1).

L'articolo 2 della Legge Provinciale n°11 del 23 maggio 2007, rubricata "Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette", del Consiglio della Provincia Autonoma di Trento<sup>1</sup>, definisce il bosco di protezione come quel "*bosco la cui funzione principale consiste nella difesa dei terreni, insediamenti umani e infrastrutture dalla caduta di valanghe, dal rotolamento di sassi, nonché nel miglioramento della stabilità idrogeologica di porzioni di territorio e delle condizioni igienico-sanitarie locali*".

Il concetto di funzione protettiva delle foreste è, però, complesso e difficilmente trattabile in modo certo ed univoco.

Ogni bosco, infatti, esplica una funzione di protezione del sottosuolo più o meno sviluppata in funzione di diversi parametri (composizione specifica, forma di governo, densità, struttura verticale). Lo stesso oggetto della protezione è variabile, tanto che si è giunti nel tempo ad una distinzione tra una generica funzione di protezione "indiretta" ed una funzione di protezione detta "diretta".

La prima consiste nella protezione idrogeologica delle formazioni vegetali.

La seconda, invece, consiste nella protezione delle opere dell'uomo e degli insediamenti abitativi e si esplica nella stabilizzazione del terreno, nella prevenzione del distacco di valanghe in montagna, nella stabilizzazione dei versanti, nel bilancio idrico, nel rallentamento delle piene, nella ritenuta di massi, nella prevenzione dell'erosione.

In caso di distruzione del soprassuolo forestale e, in particolare, del bosco situato in quelle in aree dove esso svolge maggiormente la sua funzione protettiva, insorgono molteplici problemi.

Senza la presenza del bosco con funzione protettiva diretta, molte zone abitate ed insediate dall'uomo sarebbero continuamente sottoposte all'abbattimento di catastrofi naturali quali inondazioni ed allagamenti, slavine, frane e caduta massi.

---

<sup>1</sup> Legge Provinciale n°11 del 23 maggio 2007, Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette, Consiglio della Provincia Autonoma di Trento, articolo 2

La massima protezione, sia per l'uomo che per l'ecosistema naturale, è garantita da una suddivisione del bosco in fasce di alberi e piante di varie età e di vario genere, coadiuvate da un fitto sottobosco.

A mero titolo esemplificativo, si stima in caso di pioggia abbondante, grazie alla presenza della copertura vegetale e delle folte chiome degli alberi, una parte della precipitazione caduta venga trattenuta dalla chioma mentre una parte si vaporizza e, infine, solo una minima parte dell'acqua riesca a raggiungere il suolo sottostante. (Ortner 1993).

Si stima che le chiome possano intercettare circa il 25% della precipitazione media annua, tale percentuale si riduce in caso di singolo evento meteorico.

In conseguenza di ciò, viene visibilmente ridotto il fenomeno dell'erosione del terreno dall'“effetto splash”.

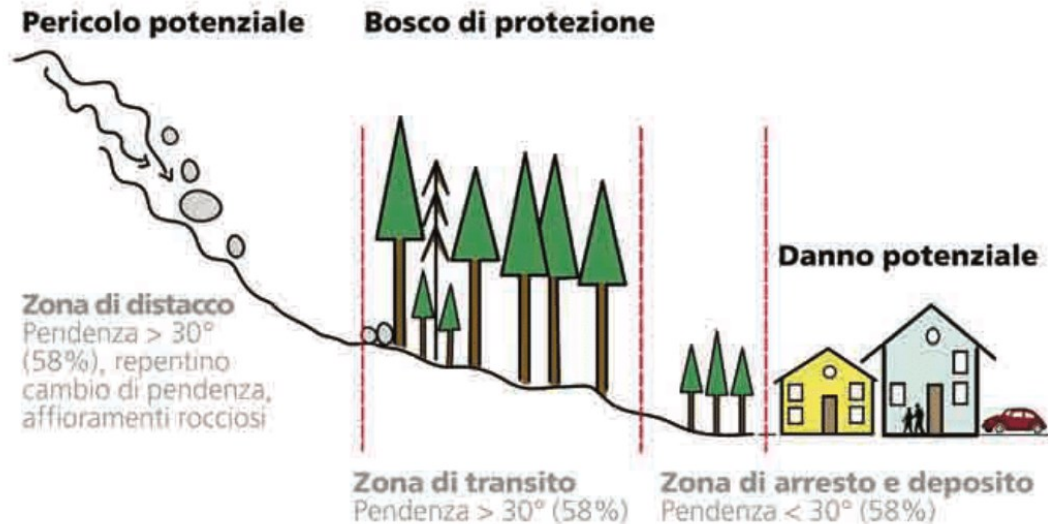
Ancora, il deflusso superficiale della minima parte di acqua che riesce a raggiungere il terreno è rallentato dalle radici degli alberi, dai tronchi e dalla vegetazione del sottobosco che però ne determinano un aumento in termini di infiltrazione.

Quanto sopra contribuisce a ridurre le inondazioni e/o le piene dei fiumi i quali, a causa dello scioglimento delle nevi e dei ghiacciai posti sui pendii delle montagne esposti a sud dove il sole batte in modo più intenso, sono fenomeni tutt'altro che rari nella stagione primaverile. Altresì, le chiome delle piante contribuiscono ad impedire al sole di raggiungere la neve posta alla base degli alberi e non ancora sciolta.

Con riguardo alla parte della pianta situata sottoterra, le radici degli alberi, degli arbusti e delle varie tipologie di erbe che attraversano il terreno, in direzioni differenti e a profondità diverse, formano un intreccio reticolato che stabilizza e trattiene gli strati del terreno. (Krogstad et al. 1995).

Nelle zone montuose, un'ulteriore azione protettiva diretta svolta dal bosco è quella di prevenzione contro frane, slavine e caduta massi, eventi non infrequenti nelle aree poste in località montane ad altitudine considerevole che, oltre al pericolo per cittadine, insediamenti e territori agricoli, possono danneggiare anche la montagna stessa.

Con riguardo a tale funzione del bosco di protezione, è opportuno in questa sede evidenziare come, negli ultimi anni, il continuo sviluppo dell'edilizia urbana in zone montuose a bassa densità di popolazione abbia comportato l'inevitabile disboscamento di numerose aree boschive necessarie per l'adempimento della funzione di protezione, mettendo in serio e concreto pericolo i centri abitati ove sono state o verranno erette le costruzioni.



*Figura 1. Spiegazione della funzione del bosco di protezione attraverso un'immagine (Fonte: Regione Autonoma Valle d'Aosta-Regione Piemonte, Selvicoltura nelle foreste di protezione-Esperienze e indirizzi gestionali in Piemonte e in Valle d'Aosta).*

## **1.2 Il ribaltamento e lo schianto: il fenomeno**

Il fenomeno dello schianto e del ribaltamento delle piante che compongono un bosco oltre a creare un danno economico, in quanto il legname presente può essere fortemente danneggiato, nel caso in cui il bosco colpito ricopra una funzione di protezione, essa viene a mancare e si viene a pregiudicare l'effetto stabilizzante.

Le avversità che possono colpire gli alberi che popolano il bosco di protezione sono di diversa natura: durante i mesi invernali, l'accumulo di neve dovuto alle precipitazioni può piegare le piantine più giovani causandone la successiva rottura o, addirittura, sradicare le piante adulte.

Ancora, i fulmini possono creare danni alle piante creando spaccature nel tronco o la combustione dell'intera pianta. Si pensi, poi, ai danni che il fulmine crea in situazioni di eccessiva siccità: esso potrebbe colpire specie di piante facilmente infiammabili dando così luogo al fenomeno dell'incendio boschivo.

Proseguendo nell'elencazione delle avversità che possono colpire il bosco, non si possono non annoverare anche i parassiti.

Nel complesso sistema del bosco, esistono numerosi parassiti che colonizzano e insidiano le piante che, se presenti in numero adeguato e ben equilibrato, vivono in completa armonia con il ciclo vitale dell'ecosistema bosco.

Quando invece gli attacchi parassitari avvengono in maniera massiccia ed il bosco è stato alterato dall'uomo, questi attacchi possono devastare interi soprassuoli causando la morte delle piante.

Alcuni esempi di parassiti che hanno causato e creano tutt'oggi i maggiori danni sono: l'*Endothia parassitica* o cancro del castagno, che causa gravi danni ai castagneti da frutto; il *Graphium ulmi* o grafiosi dell'olmo, che provoca la morte improvvisa delle piante soprattutto quelle che l'uomo pianta ai lati dei viali alberati; la *Thaumtopaea pityocampa* e *Thaumtopaea processionea*, rispettivamente la processionaria del pino e la processionaria della quercia, che causano una forte defogliazione a livello di aghi e foglie e, infine, *Dryocosmus curipilus* o cinipide del castagno imenottero che ha colpito massicciamente i castagni dell'area oggetto di studio del presente elaborato.

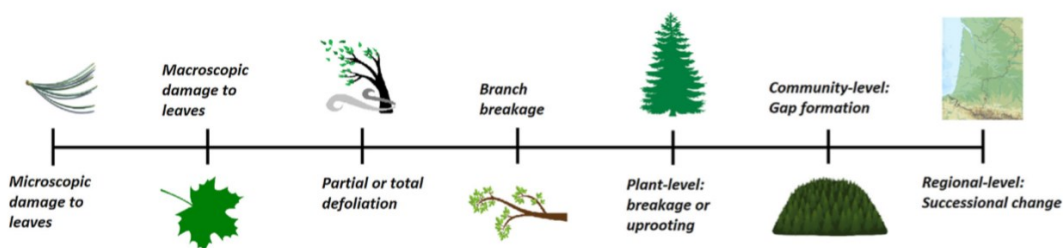
Tra le avversità che possono distruggere il bosco occorre citare anche il vento, agente atmosferico responsabile di moltissimi danni.

Tale elemento, in caso avvenga con velocità elevate, (come nel caso della tempesta vaia), può sradicare e stroncare anche alberi di grandi dimensioni, causandone il relativo ribaltamento come visibile in figura 3.

Il ripetersi nel tempo di eventi di questo tipo può rendere particolarmente difficile ed onerosa la gestione del bosco: l'uomo, infatti, dovrebbe tenere controllate le condizioni di stabilità delle piante che popolano il bosco e programmare interventi selvicolturali periodici al fine di scongiurare l'avvenimento o il ripetersi di fenomeni di ribaltamento di rilevante entità che, con le necessarie precauzioni, possono essere evitati.

Nella letteratura, ricorre spesso il termine "windthrow", usato per definire un evento catastrofico e non molto frequente, associato ad una forza del vento eccezionale che causa danni estesi e di grossa entità sul comparto vegetazionale.

Di seguito viene riportato e spiegato attraverso un'immagine (figura 2), come il vento può creare danni a diversa scala: dal livello microscopico con il solo distacco di foglie ed aghi, fino a scala regionale, quando un evento meteorico eccezionale può sradicare una gran quantità di alberi.



*Figura 2. Evoluzione dei danni provocati dal vento dal un livello microscopico fino ad arrivare ad un livello regionale  
come nel nostro caso di studio.*

Tale evento, comunemente chiamato raffiche di vento, è definito in meteorologia come un improvviso aumento della velocità del vento che, spesso, viene susseguito da un repentino cambiamento di direzione dovuto a turbolenze nella corrente aerea a causa delle ineguaglianze del suolo.



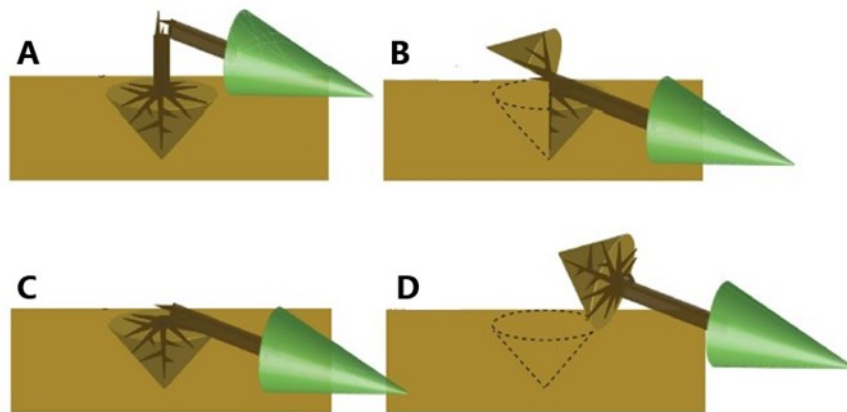
*Figura 3. Una pianta di castagno abbattuta dal forte vento nell'area oggetto di studio.*

Le tipologie di rottura causate agli alberi dalle raffiche di vento possono essere classificate in quattro categorie, tra di loro differenti, secondo il criterio del danno subito:

- rottura a livello del fusto “stem breakage” (Fig. 4A);
- rottura in prossimità del colletto della pianta “stock breakage” (Fig. 4B);



- rottura dell'apparato radicale e conseguente ribaltamento della pianta “root breakage” (Fig. 4C);
- ribaltamento completo della pianta e del relativo apparato radicale senza alcun tipo di rottura “tree throw” (Fig. 4D).



*Figura 4. Rappresentazione delle quattro tipologie di danno dall'azione del vento nei diversi punti del sistema pianta-apparato radicale. (foto di h. Mayer, 1987.)*

In accordo con Conedera et al. (2009), il fenomeno che maggiormente si verifica nei contesti boschivi ceduati di castagno è sicuramente il ribaltamento totale della pianta e dell'apparato radicale, il quale è sempre più frequente e si verifica particolarmente nei contesti boschivi fuori turno o abbandonati, dove la crescita incontrollata porta ad una libera evoluzione con relativo invecchiamento e degrado.

Le conseguenze di questo abbandono si traducono in una maggiore sensibilità dei boschi ai disturbi naturali, maggiore instabilità strutturale e, quindi, in un aumento del rischio idrogeologico che già dall'antichità era prevenuto da una gestione attenta della risorsa forestale (Bischetti et al. 2013).

In un contesto totalmente abbandonato, con turni di taglio ormai ampiamente superati, sono facilmente riscontrabili casi di rottura o ribaltamento di piante, con perdite generali di stabilità che vanno a compromettere l'importante funzione ecologica e paesaggistica. Laddove i suoli sono declivi, si verificano questi fenomeni, poiché il miglior accesso ad acqua e nutrienti permette una rapida crescita in altezza necessaria a vincere la competizione alla luce, ma allo stesso tempo aumentando la propria inclinazione, sviluppando una corona sempre più asimmetrica (Vogt et al. 2006).

La proliferazione incontrollata, soprattutto di ceppaie, ha portato ad areali densamente popolati, con una rizosfera per pianta sempre minore in volume, non permettendo così all'apparato radicale di garantire la giusta stabilità alla parte epigea, situazione tipica di contesti forestali mal gestiti o non controllati (Fonti e Giudici, 2001). In più, terreni con pendenze elevate sono maggiormente soggetti ad erosione e fenomeni di movimento di massa, limitando ulteriormente l'ancoraggio radicale se con un contenuto idrico elevato al suo interno.

Come risultato, l'apparato radicale risulta essere troppo debole per contrastare le forze gravitazionali che inducono al ribaltamento.



## *Capitolo 2*

---

### *La tempesta Vaia*

## ***2.1 La tempesta Vaia***

Nell'anno 2018, tra sabato 27 e le prime ore di martedì 30 ottobre, l'intera penisola italiana è stata colpita da un'ondata di maltempo, forti perturbazioni e violentissime raffiche di vento proveniente da sud-est – Scirocco – mareggiate e piogge alluvionali che si sono abbattute principalmente sull'arco alpino, causando i danni più ingenti nelle regioni Italiane del nord-est.

In particolare, le regioni del Trentino Alto-Adige, del Friuli Venezia-Giulia e del Veneto sono state quelle che hanno subito le maggiori conseguenze.

Tale ondata di maltempo, che si è abbattuta sull'Italia, è stata causata da una fortissima depressione, successivamente denominata tempesta “Vaia”.

L'episodio si è strutturato in due fasi principali: una prima fase, sviluppatasi tra sabato 27 ottobre e domenica 28 ottobre 2018, segnata da correnti di Libeccio cariche di umidità – tra sud e sud-ovest – e piogge incessanti abbattutesi sulla zona appenninica settentrionale e l'alto Piemonte.

Durante tale prima fase i maggiori danni si sono registrati nella regione Liguria nei pressi di Genova, dove sono state registrate le prime piene dei corsi d'acqua.

Il flusso di vento di Libeccio, oltre a generare importanti piogge da sbarramento sui rilievi prealpini, ha sospinto precipitazioni intense fino in Alto Adige al confine con l'Austria tanto che, entro la mezzanotte di domenica 28 ottobre si erano già totalizzati oltre 300 mm di pioggia in molte zone dalle Prealpi bresciane all'alto Friuli, con vistoso ingrossamento di fiumi quali l'Adige, il Brenta e il Piave, nonché primi danni ed interruzioni stradali.

Il mattino di lunedì 30 ottobre ha avuto inizio la seconda fase della tempesta: essa si è sviluppata a partire da Ovest con un impetuoso rinforzo dello Scirocco unito allo sviluppo di celle temporalesche autorigeneranti tra la Sardegna, il Mar Tirreno e il Mar Ligure.

La depressione Vaia si è sviluppata sabato 27 ottobre 2018 entro un esteso canale depressionario proteso dal Baltico al Mediterraneo occidentale e ha stazionato sui mari tra il Golfo del Leone, le Baleari e la Sardegna fino al mattino di lunedì 29 ottobre.

Nel tardo pomeriggio e sera di lunedì 29 la depressione ha migrato verso le regioni italiane nord-occidentali per poi spostarsi, martedì 30 ottobre, sulla Svizzera e sulla Germania.

I centri di scroscio di tutto l'evento si sono collocati sull'Appennino settentrionale e sui rilievi alpini tra il Bellunese e la Carnia occidentale, dove si sono talora superati i 600 mm di precipitazione, quasi interamente concentrati in tre giorni (27-29 ottobre).

Al contrario, le località tra la bassa Valpadana e le coste dell'alto Adriatico, sottovento all'Appennino e lontane dall'esaltazione orografica delle piogge sui versanti sopravvento, sono state soggette a quantità di pioggia irrisorie.

Il fenomeno che è stato maggiormente distruttivo durante la tempesta Vaia è stato il vento di Scirocco che ha soffiato tra la mattina ed il pomeriggio di lunedì 29 ottobre, successivamente sostituito dal Libeccio proveniente dai mari italiani occidentali.

Durante la tempesta, le più elevate velocità del vento sono state registrate a:

- Lugano, con una velocità di 128 km/h
- Passo Valles (Dolomiti), con una velocità di 128 km/h
- Colle di Cadibona (Savona), con una velocità di 155 km/h
- Marina di Loano, con una velocità di 180 km/h
- Monte Rest (Prealpi Carniche), con una velocità di 200 km/h
- Monte Gomito (Appennino Tosco Emiliano), con una velocità di 204 km/h

Nei giorni da sabato 27 a martedì 30 ottobre 2018, sono stati numerosi gli eventi eccezionali che si sono abbattuti sulla nostra penisola, a partire dal litorale ligure, dove si sono registrate imponenti mareggiate, con conseguente distruzione di litorali, strade porti ed imbarcazioni.

## 2.2 I danni prodotti dalla tempesta



Figura 5. Danni provocati in una pecceta nell'altopiano di Asiago dalla tempesta Vaia. (foto di Michele Lapini [www.michelelapini.net/portfoliocpt/tempesta-vaia](http://www.michelelapini.net/portfoliocpt/tempesta-vaia))

I danni causati dalla tempesta Vaia sono stati numerosi ed ingenti.

Innanzitutto, la tempesta ha comportato l'ingrossamento dei corsi d'acqua, in alcuni casi con semplici con allagamenti locali mentre, in altri casi, si sono verificate sia grandi piene sia straripamenti dei fiumi principali sia, ancora, numerose piene impulsive di piccoli ruscelli montani.

Nelle regioni del nord-est, una prima ondata di piena si è propagata dalle Alpi verso i fondi valle e le pianure venete ed è stata successivamente seguita da una seconda, più imponente, che ha innalzato le portate d'acqua dei fiumi sino al colmo.

Gli effetti delle incessanti precipitazioni sono stati tra i più distruttivi mai registrati, in particolare nelle aree geografiche tra il Trentino, le Dolomiti, il Bellunese e la Carnia occidentale, con decine di interruzioni stradali, crolli di ponti, erosioni spondali, colate detritiche su centri abitati ed anche frane.

Oltre a ciò, la tempesta Vaia ha comportato imponenti nevicate, anche a basse quote, acqua alta e mareggiate distruttive.

Per quanto ci occupa, i danni più distruttivi della tempesta Vaia sono stati causati dal vento: le potenti raffiche, dapprima di Scirocco e solo poi di Libeccio, coadiuvate da turbolenze locali, hanno abbattuto interi boschi e foreste (figura 5), in particolare quelli situati a nord-est della penisola, i quali non sono riusciti a resistere alla forza della perturbazione.

Si stima che la superficie complessiva interessata dalla tempesta ammonti a circa 42.525 ettari di bosco e che una quantità di circa 8.5 milioni di metri cubi di legname, (Chirici et al. 2019), pari a sette volte la quantità di legname che l'Italia esbosca in un anno, si sia schiantata al suolo.

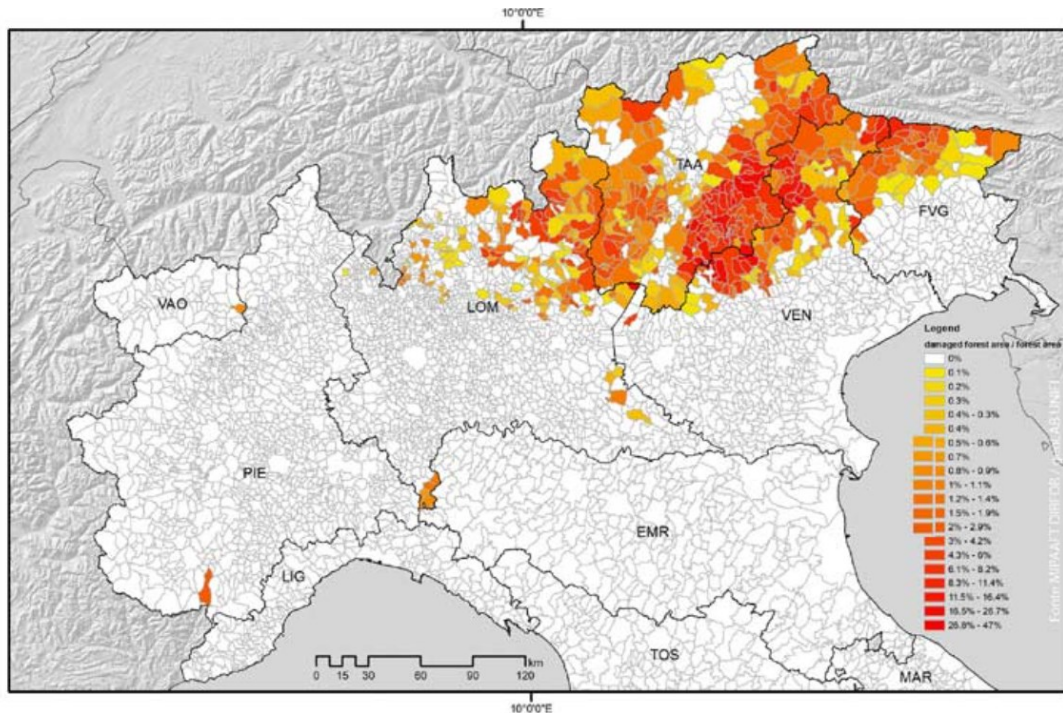
Pertanto, si stima che i danni relativi al patrimonio boschivo ammontino a circa 923 milioni di euro.

Oltre 494 Comuni italiani hanno registrato danni forestali causati dalla tempesta Vaia: anche in questo caso, le aree geografiche maggiormente danneggiate sono state, e sono tutt'ora, quelle della provincia autonoma di Trento e zone limitrofe, il Veneto, a seguire, anche la Lombardia ed il Friuli Venezia- Giulia hanno registrato un numero considerevole di schianti al suolo.

Le piante sopravvissute, ma severamente danneggiate, potranno essere soggette all'attacco degli insetti scolitidi, con conseguente morte dell'albero.

Ancora, a causa alla presenza elevata di necromassa legnosa secca a terra in conseguenza degli schianti, aumenta il pericolo di diffusione degli incendi.

Altresì, la raccolta e seguente vendita sul mercato della elevata quantità di legname rinvenibile al suolo nelle zone colpite dalla tempesta ha comportato e tutt'ora comporta la diminuzione del prezzo del legname.



*Figura 6. Nella mappa si evidenzia la percentuale di copertura forestale distrutta dalla tempesta Vaia (figura tratta da Chirici et al. 2019).*

Oltre a quanto sopra specificato, le conseguenze a cui sono state esposte, e sono tutt'ora esposte, le regioni italiane maggiormente colpite dalla tempesta Vaia sono molteplici (figura 6) e tutt'altro che insignificanti: un ingente numero di insediamenti umani, di strade e di terreni agricoli situati a valle di foreste abbattute dalla tempesta, infatti, in assenza di salvaguardia del bosco con funzione di protezione, si trovano ora soggette a potenziali pericoli<sup>2</sup>.

### ***2.3 Mobilitazione dell'uomo in relazione alla tempesta nelle aree geografiche interessate***

Dopo la tempesta Vaia, l'uomo è stato costretto a prendere provvedimenti al fine di ripristinare, quanto prima, la situazione antecedente e mettere in sicurezza le zone colpite dalla violenta perturbazione.

Mentre i lavori urgenti, per prevenire danni alla pubblica e privata incolumità, sono stati coperti dalle risorse messe a disposizione dal Governo, il costo dell'esbosco dei tronchi

<sup>2</sup> Vedi Cap. 1 pag. 10

abbattuti e del ripristino della viabilità forestale hanno richiesto fondi ulteriori. A tal fine, le regioni maggiormente interessate dalla tempesta Vaia hanno stanziato appositi fondi per la rimozione degli alberi e per la sistemazione delle strade agrosilvopastorali necessarie per l'accesso alle aree danneggiate.

Da ultimo, anche gli abitanti e le amministrazioni locali si sono mobilitati al fine di fronteggiare con successo la grave emergenza creatasi, rappresentata dalla messa in sicurezza, nei centri abitati, di strade, sentieri, ponti ed elettrodotti.

Per quanto ci occupa, la responsabilità dello sgombero dei tronchi schiantati al suolo in conseguenza della tempesta è, nella maggior parte dei casi, di competenza dei singoli proprietari privati.

Quasi mai, però, i singoli proprietari dei fondi sui quali gli alberi sono caduti sono in grado di provvedere allo sgombero e allo smaltimento delle piante.

Per tale motivo, i singoli privati sono coadiuvati nello svolgimento di tale compito da imprese boschive e forestali anche se, anch'esse, si sono trovate a dover affrontare lo sgombero di un quantitativo di legname molto maggiore rispetto ai loro precedenti standard annuali.

Anche molte imprese forestali straniere, in particolare tedesche e austriache, in seguito all'acquisto di lotti di legname, hanno contribuito al lavoro di rimozione dei tronchi e alla pulizia del bosco e del sottobosco dalle ramaglie.

Con riguardo al ripopolamento della vegetazione delle zone boschive colpite dalla tempesta, gli esperti del settore hanno convenuto che solo una parte del rimboschimento debba avvenire in via artificiale e solo laddove vi sia l'urgente necessità di rinnovare il bosco di protezione la cui funzione era quella di prevenire disastri di natura idrogeologica.

Nella maggior parte dei casi, invece, si lascerà spazio al bosco stesso di ricostituirsi naturalmente.

Chiaramente, la rinnovazione forestale dovrà essere favorita anche gestendo la fauna selvatica che popola le aree interessate, la quale potrà danneggiare la rinnovazione.





*Figura 7. Rimozione di alberi abbattuti su una strada in trentino da parte dei vigili del fuoco. (da [www.ninbus.it](http://www.ninbus.it))*



## *Capitolo 3*

---

### *La zona oggetto dello studio*

### 3.1 Inquadramento geografico dell'area di studio

L'area oggetto di studio è situata nel Comune di Varese (VA), all'interno del Parco Regionale del Campo dei Fiori, il quale domina la zona collinare varesina e la Pianura Padana: è delimitato a nord-ovest dalla Valcuvia, a est dalla Valganna ed a sud dalla città di Varese.

Esso comprende due importanti massicci delle Prealpi Luganesi, il Campo dei Fiori, con un'altezza di circa 1227 m s.l.m. e la Martica, separati dalla Valle della Rasa, dove nasce, tra l'altro, il fiume Olona.

Ai piedi del massiccio del Campo dei Fiori vi è un piccolo quartiere denominato "Vellate" che si estende a partire da una quota di circa 450 m s.l.m. fino ad arrivare all'incirca ad una quota di 800 m s.l.m.

Da tale quartiere è possibile l'ingresso nel Parco del Campo dei Fiori per mezzo di almeno quattro sentieri segnati, dai quali si accede al bosco.

Tra essi, il n. 9/309 visibile in figura 8, che si dirama dalla chiesa di Santo Stefano in Vellate e termina sul Monte San Francesco, denominato appunto sentiero San Francesco, costituisce, con le sue aree limitrofe, l'area oggetto dello studio dell'elaborato.



*Figura 8. Illustrazione dell'area oggetto di studio (figura tratta da [www.parcocampodeifiori.it](http://www.parcocampodeifiori.it)).*

### ***3.2 Tipologia forestale dell'area di studio***

La particolare collocazione geografica e le caratteristiche geologiche del Parco del Campo dei Fiori, in cui il sentiero San Francesco è ubicato, hanno favorito, negli anni, l'instaurarsi di una vegetazione molto varia, con boschi di castagni e faggi, aree di flora rupicola e aree umide, ricche di un'ampia varietà faunistica.

Nella parte sommitale del massiccio, soprattutto sul versante nord, il bosco è caratterizzato perlopiù da faggi (*Fagus Sylvatica*) e da un vasto rimboschimento di conifere mentre, scendendo al di sotto dei 600 m s.l.m. al faggio si sostituisce il castagno (*Castanea Sativa*), il frassino comune (*Fraxinus Excelsior*), il tiglio selvatico (*Tilia cordata*), il nocciolo (*Corylus Avellana*), la robinia (*Robinia pseudoacacia*) e, esclusivamente in alcuni valloni bui e umidi, anche l'acero montano (*Acer Pseudoplatanus*).

Tale bosco può essere definito come un bosco ceduo invecchiato dal momento che i turni di ceduzione sono stati abbondantemente superati: possiamo infatti notare piante e ceppaie molto grandi, di lunga data, che appesantiscono i versanti e sono più soggette al fenomeno del ribaltamento.

Tra le specie di piante elencate presenti nell'area di studio, quella che è stata presa in considerazione per studiarne il fenomeno del ribaltamento è il castagno.

Il castagno è una pianta arborea caducifoglie appartenente alla famiglia delle fagacee.

Essa è considerata eliofila in quanto predilige soprassuoli soleggiati anche se sopporta discretamente i freddi invernali.

Durante la stagione vegetativa, però, diventa soffrire particolarmente gli sbalzi termici.

Tale pianta è costituita da un fusto colonnare con corteccia rugosa di colore brunastro, le foglie sono disposte in modo alterne sul ramo, con contorno seghettato e nervature parallele, il legno che produce è ricco di tannino.

Presenta un apparato radicale robusto e molto ampio ma non molto profondo.

Inoltre, il castagno è una specie monoica, ovvero presenta fiori maschili e femminili sulla stessa pianta.

Il frutto che produce è chiamato achenio o, più comunemente, castagna.

### ***3.3 Cause di indebolimento della foresta***

Anche la foresta situata nell'area oggetto di studio è stata soggetta a numerosi eventi che hanno determinato un costante indebolimento. Tali fattori hanno favorito il ribaltamento, anche solo parziale, delle piante e, in particolare, dei castagni.

La prima di tali cause, come già in precedenza detto, è la mancata regolare ceduzione del bosco che ha favorito l'invecchiamento dei castagni: con il passare del tempo, difatti, i castagni, oramai molto vecchi, indeboliti e con il proprio apparato radicale non più in condizioni ottimali, sono maggiormente esposti all'azione del vento.

Di immediata correlazione con ciò, anche il progressivo abbandono della montagna in favore dei centri abitati di fondo valle, la carenza di richiesta di castagne e la diminuzione della richiesta di paleria e legame da opera hanno comportato di conseguenza una sempre più infrequente manutenzione del bosco.

Un ulteriore fattore di indebolimento delle piante di castagno è dovuto al persistente attacco di un galligeno chiamato Cinipide del Castagno (*Dryocosmus kuriphilus*).

Originario del Giappone e riscontrato in Europa per la prima volta nel 2002, tale insetto fitofago causa la formazione di galle (ingrossamenti tondeggianti) a livello delle foglie e dei germogli, causando il successivo deperimento del castagno, e una successiva diminuzione del vigore vegetativo e produzione di frutti.

In conseguenza dell'indebolimento del bosco, la forza distruttiva della tempesta Vaia è riuscita a sradicare ed abbattere i castagni anche nella zona oggetto di studio, nonostante la regione lombarda e, nello specifico, varesina, non siano stata menzionate tra quelle in cui la tempesta ha causato i maggiori danni.



## ***4.1 Misurazioni effettuate***

Le misurazioni che sono state effettuate sono relative alle caratteristiche forestali, dimensioni del fusto e della chioma, grandezza della ceppaia e relativa buca e infine sono state presi i dati relativi alla posizione della pianta schiantata.

Le misurazioni sono state effettuate su trenta piante di castagno singole o ceppaie di castagno, abbattutesi al suolo sia totalmente sia parzialmente.

Tali misurazioni sono state successivamente inserite in una apposita scheda di campagna.

In appendice A sono presenti tutte le schede di campagna compilate durante il lavoro di tesi.

## ***4.2 Strumentazione utilizzata***

Per effettuare le misurazioni in campo degli individui schiantati, è stata utilizzata la seguente strumentazione visibile in figura 9:

- Una bindella metrica da 50 m di lunghezza, per misurare l'altezza totale dell'albero, il raggio medio della chioma e l'altezza d'inserzione;
- Un metro a stecca da 2 m di lunghezza per misurare le grandezze della buca e della ceppaia;
- Un calibro forestale per misurare il diametro del tronco a 1,4 m di altezza da terra;
- Un calibro elettronico per misurare il diametro delle radici della pianta;
- Una bomboletta spray per contrassegnare le piante già misurate;
- L'applicazione bussola per smartphone per determinare le coordinate GPS e la pendenza in gradi del tronco della pianta esaminata;
- La scheda di campagna per annotare le misurazioni ed i risultati ottenuti;
- Una matita ed una gomma da cancellare.



*Figura 9. Illustrazione del materiale utilizzato per effettuare le misurazioni. (fotografia di Martino Cantaluppi)*

### ***4.3 Scheda di campagna***

Le misurazioni di campo sono state standardizzate attraverso la stesura di una scheda di campagna nella quale vengono annotate le informazioni generali, le caratteristiche dendrometriche generali della pianta, le caratteristiche della buca e, infine, le dimensioni dell'apparato radicale e della tipologia di schianto. La scheda è così suddivisa:

#### ***Informazioni generali sull'area campione***

- Data: viene riportata la data (giorno/mese/anno) in cui è stata effettuata la misurazione;
- Luogo: viene riportato il luogo dove è avvenuto lo schianto.  
Tutte le piante misurate si trovano a Varese nella località Velate all'interno del Parco Regionale del Campo dei Fiori.
- Specie: viene riportata la specie di pianta misurata.

Nelle misurazioni effettuate riportate nel presente elaborato sono stati rilevati dati esclusivamente su castagni (*Castanea sativa*)

- Versante: viene indicato il versante in cui è stata fatta la misurazione;
- Coordinate geografiche: per ciascuna pianta vengono rilevate la latitudine e la longitudine in gradi nonché l'altitudine in metri sul livello del mare, attraverso una applicazione GPS sullo smartphone.

### ***Caratteristiche dello schianto***

- Tipo di schianto: Sulla base dello stato in cui si rinviene la pianta caduta, si riporta nella scheda di campagna se la pianta schiantata risulta intera o spezzata (figure 4 e 10);
- Posizione dello schianto: Per ciascun rilevamento si identifica se la pianta schiantata in quell'area è l'unica ad essere stata danneggiata oppure sono avvenuti altri schianti nelle vicinanze.

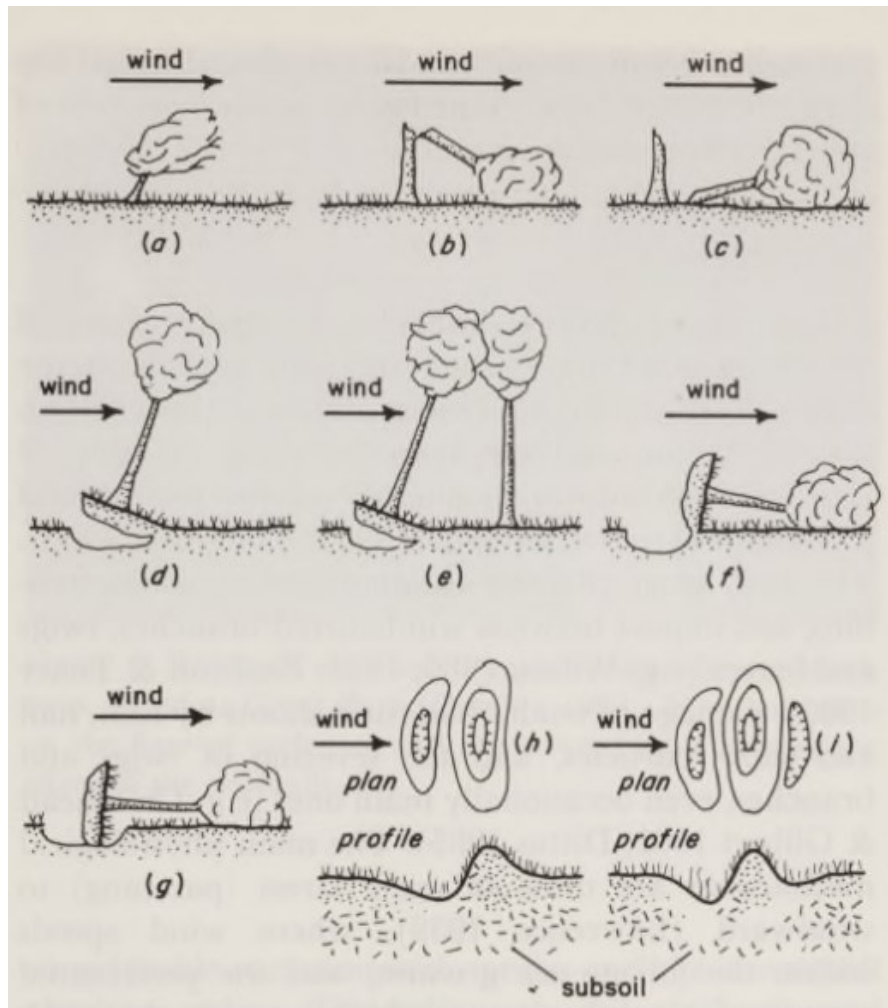
Viene inoltre riportato anche il luogo di schianto, se lungo una strada o al bordo del bosco;

- Direzione dello schianto: si riporta nella scheda di campagna la direzione in cui viene rinvenuta la pianta, se rivolta a monte oppure a valle.

Nella maggior parte dei casi analizzati, gli individui si sono schiantati verso valle.

- Danneggiamento: si riporta nella scheda di campagna se la pianta è schiantata al suolo oppure appoggiata ad altre piante.





*Figura 10. Tipo e dinamiche di schianto (Allen 1992)*

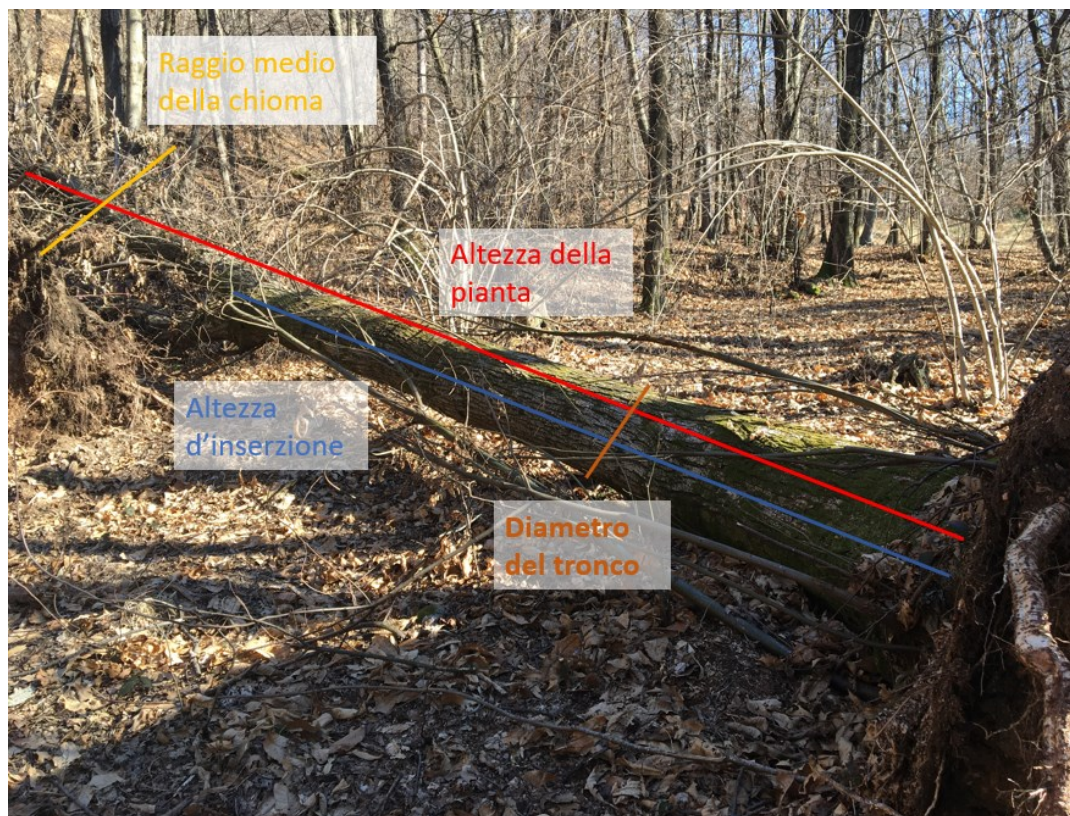
### **Valutazione delle grandezze dendrometriche** (figura 11)

- Diametro del tronco: misurazione del diametro del tronco ad 1,4m di altezza dalla ceppaia (DBH diametro a petto d'uomo) utilizzando un calibro forestale, che ci permette di misurare grandezze molto più elevate rispetto ad un calibro elettronico;
- Altezza della pianta: misura dell'altezza totale della pianta attraverso la bindella metrica.

Il risultato viene determinato misurando dalla base della ceppaia fino all'estremità della chioma;

Nel caso in cui non si fosse riusciti a determinare l'altezza, (ad esempio quando la pianta schiantata non era distesa totalmente a terra ma era parzialmente sospesa nel vuoto), si è fatto ricorso all'utilizzo di una curva ipsometrica attraverso misurazioni accuratamente effettuate in precedenza;

- Raggio medio della chioma: misura del raggio medio della chioma misurando la distanza dall'esterno della chioma fino al tronco centrale, utilizzando il punto della chioma che più rappresenta la pianta;
- Altezza di inserzione della chioma: misura dell'altezza dalla base della ceppaia all'inizio della chioma.



*Figura 11. Rappresentazione delle misure effettuate sulla pianta.*

### ***Caratteristiche della buca creata dal ribaltamento della pianta*** (figura 12)

- Larghezza della buca: misura in metri della larghezza della buca lasciata dalla ceppaia quando dopo lo schianto della pianta;
- Lunghezza della buca: misura analoga alla larghezza della buca lasciata dopo il ribaltamento delle piante;
- Profondità della buca: misura in metri della profondità della buca attraverso il metro a stecca.

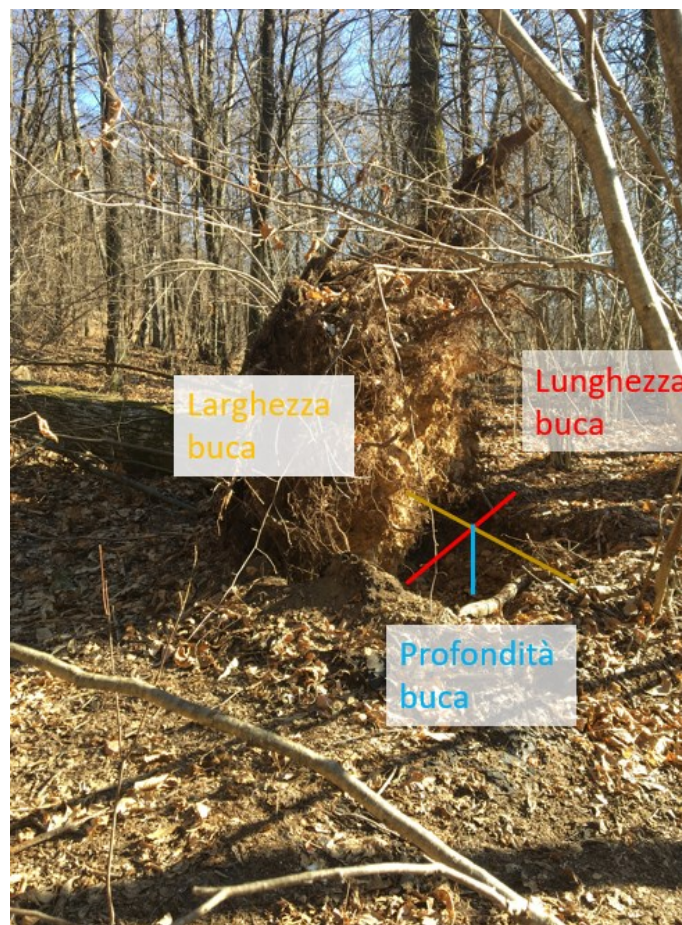
E 'stato opportuno effettuare più misurazioni per determinare quella più adeguata e rappresentativa di tutta la buca;



- Pendenza in gradi: misura della pendenza in gradi del tronco della pianta, attraverso l'utilizzo dell'applicazione "bussola" presente sullo smartphone;
- Forma ellissoidale: nei casi in cui la forma della buca è di tipo ellissoidale, ovvero la lunghezza prevale sulla larghezza, è stata contrassegnata questa voce sulla scheda di campagna;
- Presenza di strato impedente roccioso: si contrassegna la voce sulla scheda di campagna quando all'interno della buca è presente una buona quantità di strato impedente roccioso.

Nei nostri rilevamenti è spesso presente in quanto il substrato roccioso del bosco è di origine calcarea;

- Radici spezzate o radici sfilacciate: se durante l'osservazione della buca si osservano radici spezzate o radici sfilacciate si contrassegna la relativa voce sulla scheda di campagna.



*Figura 12. Rappresentazione delle misure effettuate sulla buca.*

***Caratteristiche dell'apparato radicale della pianta ribaltata*** (figura 13)

- Larghezza della ceppaia: misura in metri della larghezza della ceppaia, di immediata correlazione con la larghezza della buca, è stata misurata attraverso l'utilizzo del metro a stecca;
- Lunghezza della ceppaia: misura in metri della lunghezza della ceppaia, analoga anch'essa alla lunghezza della buca e misurata, anche in questo caso, attraverso l'utilizzo del metro a stecca;
- Profondità: diversamente dai punti precedenti, per effettuare questa misurazione è stato utilizzato il calibro forestale, prendendo la misura dall'estremità più profonda della ceppaia fino a quella più superficiale.



*Figura 13. Rappresentazione delle misure effettuate all'apparato radicale*

### ***Tipologia di apparato radicale***

Di seguito vengono descritte le diverse tipologie di apparati radicali elencati nella scheda di campagna, evidenziando che nei casi analizzati e riportati nel presente elaborato

- *Plate*: apparato radicale superficiale e poco fittonante;
- *Heart*: rispetto alla tipologia precedente, quest'apparato radicale riesce a penetrare più in profondità;
- *Taproot*: apparato radicale fittonante, con presenza di un fittone in grado di raggiungere profondità di alcuni metri.

### ***Conta delle radici***

La conta delle radici è stata effettuata solamente su quel quarto della ceppaia più rappresentativo o, in alcuni casi, sulla metà superiore della ceppaia, ciò in quanto nella parte inferiore della ceppaia non è possibile contare totalmente le radici, dal momento che una parte di esse ben potrebbe trovarsi nella metà a contatto con il terreno.

Nei casi in cui le radici sono state contate nella metà superiore della ceppaia, per ogni classe diametrica esse sono state moltiplicate per due.

Diversamente, nei casi in cui le radici sono state contate solo in un quarto della ceppaia, per ogni classe diametrica esse sono state moltiplicate per quattro.

La misurazione delle radici, e la successiva suddivisione in classi di diametro differenti, è stata compiuta con l'utilizzo del calibro.

Di seguito si riportano le classi di diametro espresse in centimetri:

- <1,5 cm
- 1,5-2,5 cm
- 2,5-5,5 cm
- 5,5-10,5 cm
- >10,5 cm

In figura 14 viene riportato un esempio di scheda di campagna compilata


Informazioni generali				
			<b>Data</b>	17/02/2019
			<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Paeco del campo dei fiori)
			<b>Specie</b>	Castanea Sativa
			<b>Versante</b>	verso valle
Aspetti morfologici				
			X	45°51'23" N
			Y	8°47'18" E
			Z	650 mslm
Schianto				
Osservazione:			Posizione:	
Stem breakage			Lungo una strada	<b>x</b>
Stock breakage			In gruppo	<b>x</b>
Root breakage			Solitario	
Tree throw	<b>x</b>		Al bordo del bosco	
Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero				
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)	0,33m		Direzione di schianto	Verso val <b>x</b>
Altezza (in metri)	15m			Verso monte
Chioma	Raggio medio	3m	Danneggiamento	A terra <b>x</b>
	Altezza di inserzione	10m		Inclinato
Buca:				
Larghezza buca (in metri)	0,80m		Forma ellissoidale	
Lunghezza buca (in metri)	0,50m		Presenza strato impedente (roccie)	
Profondità buca (in metri)	0,50m		Radici spezzate	<b>x</b>
Pendenza locale (in gradi)	10°		Radici sfilate	
Apparato radicale:				
Dimensioni:			Tipologia:	
Larghezza (in metri)	0,70m		Plate	<b>x</b>
Lunghezza (in metri)	0,50m		Heart	
Profondità (in metri)	0,50m		Taproot	
< 1,5 cm	1,5-2,5 cm			
4	6			
2,5-5,5 cm	> 5,5 cm (>10,5 cm)			
3	2			
>10,5 cm	Note			

Figura 14. Esempio di una scheda di campagna compilata





Durante la fase di campionamento degli individui schiantati dal vento, sono state rilevate le misure di 30 piante di castagno (*Castanea sativa*), all'interno di un'area di circa 10 ha situata nel Parco Reginale del Campo dei Fiori (figura 8).

Nella prima fase di campionamento le misure effettuate sono state riportate dapprima sulla scheda di campagna (figura 14), successivamente i dati raccolti sono stati trascritti all'interno di fogli elettronici, (Microsoft Excel) e elaborati con software di calcolo come Rstudios (R development Core Team, 2010) che ci hanno permesso di mettere a confronto le misure raccolte e disegnare dei grafici, per una migliore interpretazione dei risultati.

Per ciascuna voce presente nella scheda di campagna, i dati sono stati analizzati e i risultati riportati come segue.

### ***Tipologia di schianto***

Nel nostro caso di studio, quasi tutta la totalità delle piante schiantate e misurate appartiene alla categoria “totalmente ribaltata”. Per ogni pianta è visibile tutto l'apparato radicale verso valle. La tipologia di schianto come descritto nel paragrafo 1.2 del capitolo 1, viene definito tree throw. Vedi esempio in figura 15.



*Figura 15. Esempio di un individuo di castagno schiantato con tipologia di schianto tree throw.*

### ***Posizione dello schianto***

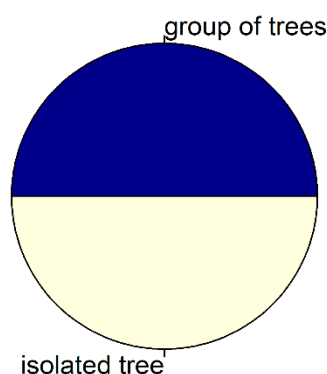


Per quanto riguarda la posizione dello schianto, si è osservato che il 50% delle piante schiantate risultano isolate ed il restante 50% delle piante risultano schiantate in gruppo. (figura 16).

Gli schianti di gruppo generano forti modifiche al soprassuolo generando grandi buche in seguito allo sradicamento di apparati radicali vicino tra loro, e si possono osservare intere aree aperte e sprovviste di copertura vegetale.

Dove è avvenuto lo schianto di una singola pianta i danni relativi al soprassuolo ed a altri individui risultano essere minori.

### Position of uprooting



*Figura 16. Grafico relativo alla tipologia di schianto*

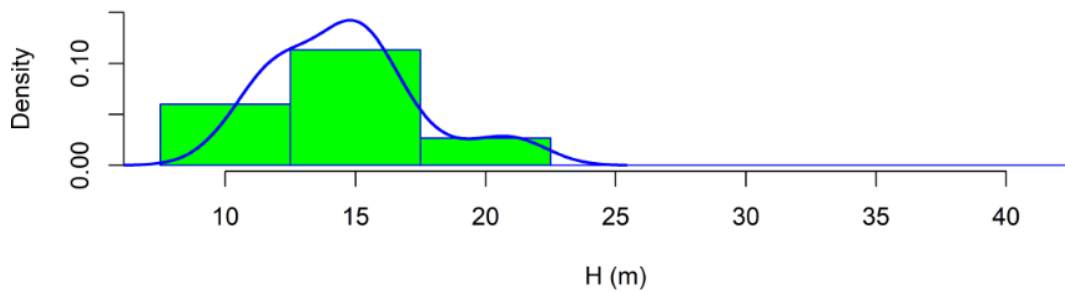
### ***Misura delle Altezze delle piante***

Le altezze in metri delle 30 piante schiantate osservate, sono state misurate attraverso l'utilizzo della bindella metrica da 50 metri nel caso in cui la pianta schiantata sia totalmente o quasi appoggiata al terreno ed è quindi possibile effettuare la misurazione.

Nel caso in cui la pianta schiantata risulta non totalmente appoggiata al terreno e quindi non è stato possibile misurarne l'altezza, con un certo grado d'incertezza, la misura è stata ottenuta tramite una curva ipsometrica sulla base di alcuni diametri ed altezze accuratamente misurate. Grazie all'equazione derivante da questa curva è stato possibile calcolare le altezze delle piante che non risultavano totalmente appoggiate al soprassuolo.

Dal grafico ottenuto (figura 17) è possibile determinare che le altezze delle piante schiantate risulta essere da 10 m a 20 m con un valore massimo di 21.50 m ed un valore minimo di 10 m

La media delle altezze è di 14.63 m e deviazione standard di 2.81 m



*Figura18. Distribuzione delle altezze nell'area di saggio*

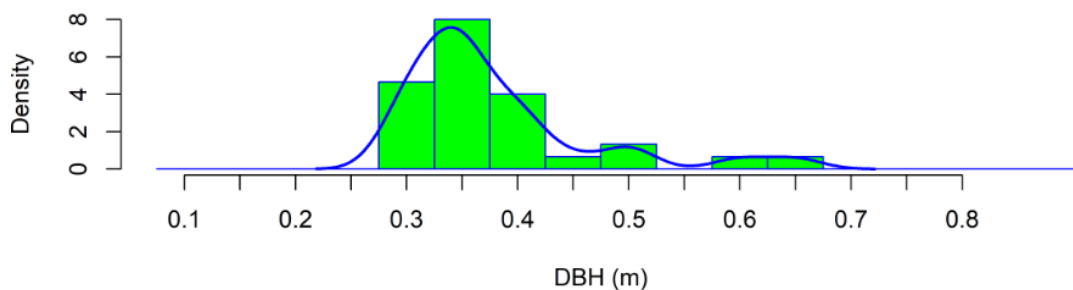
### ***Misura dei diametri basali***

I diametri basali misurati a petto d'uomo (DBH) ad 1.30 m delle 30 piante osservate sono state misurate attraverso l'utilizzo del calibro forestale.

Dal grafico ottenuto (figura 19) si può determinare che i diametri maggiormente presenti risultano essere compresi tra 0.30 m e 0.40 m e con alcuni esemplari che possono arrivare fino a 0.70 m

La misura massima di diametro osservata è di 0.65 m e quella minima è di 0.29 m

La media delle misure dei diametri misurati risulta essere 0.38 m con una deviazione standard di 0.08 m



*Figura 19. Distribuzione del DBH nell'area di saggio.*

### ***Misure della buca e dell'apparato radicale***

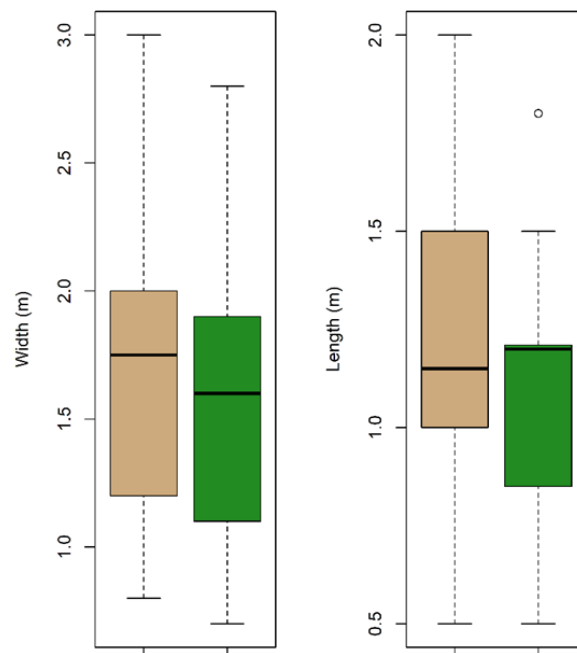
In figura 20 possiamo osservare il confronto tra larghezza e lunghezza della buca e dell'apparato radicale.

I grafici a scatola colorati in marrone indicano i dati riguardanti la buca mentre in verde quelli relativi l'apparato radicale.

Osservando il grafico possiamo determinare che le dimensioni della larghezza della buca vanno da un minimo di 0.80 m ad un massimo di 3.0 m con una media di 1,65 m ed una deviazione standard di 0.59 m

L'apparato radicale invece risulta avere valori inferiori rispetto alla a quelli della buca, questa differenza è dovuta ad alcuni fattori tra cui il più importante è rappresentato dal dilavamento della terra trattenuta dalle radici della ceppaia che causa una conseguente riduzione delle dimensioni misurabili, e per tanto ritroviamo una piccola differenza tra le dimensioni della ceppaia e quelle della buca.

Un altro fattore di riduzione delle dimensioni della ceppaia è dovuto al movimento e al rotolamento della ceppaia e dell'intera pianta durante la fase di ribaltamento. Ciò comporta che parte del terreno attaccato alla ceppaia si sia staccato.



*Figura 20. Larghezze e lunghezze apparato radicale e buche*

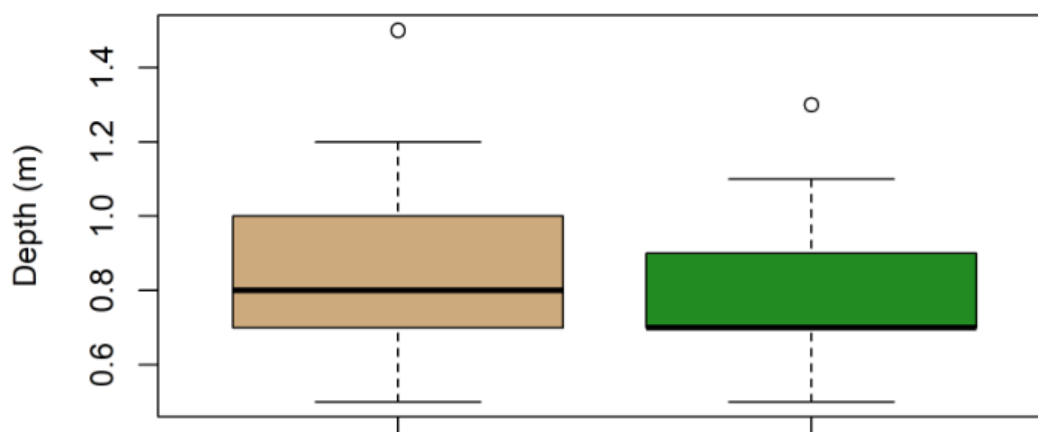
### ***Profondità dell'apparato radicale e delle buche***

Le profondità misurate dell'apparato radicale e delle buche sono osservabili nel grafico e distinguibili in quanto il colore marrone rappresenta la misura della profondità delle buche, mentre il colore verde rappresenta le misure della profondità dell'apparato radicale.

Osservando i grafici (figura 21) possiamo determinare che la profondità massima delle buche è di 1,50 m e quella minima è di 0.50 m con una media di 0.85 m e una deviazione standard di 0,21 m

Per quanto riguarda la profondità dell'apparato radicale le misure sono leggermente inferiori rispetto a quelle della buca, dovuto al fattore precedentemente descritto nel paragrafo relativo alla lunghezza e larghezza della buca e dell'apparato radicale.

La profondità massima misurata dell'apparato radicale risulta essere di 1.30 m e quella minima di 0.30 m e con una media di 0.76 m ed una deviazione standard di 0,19 m



*Figura 21. Profondità apparato radicale e buche*

### ***Conta delle radici***

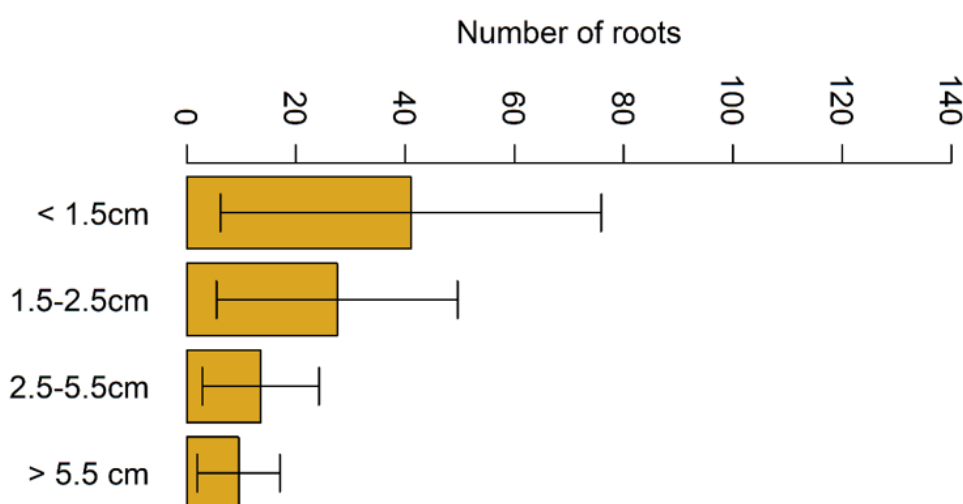
Nel grafico rappresentato in figura 22 viene rappresentato il numero di radici per classi di diametro contate sulla ceppaia. Dal grafico possiamo stabilire che le radici maggiormente presenti per ceppaia risultano essere quelle con diametro minore di 1.50 cm, esse sono in media 40 per ceppaia sul totale delle radici contate.

Al secondo posto troviamo le radici con diametro compreso tra 1.50 e 2.50 cm, dove sono state contate 30 radici per ceppaia.

Le radici invece con diametro compreso tra 2.50 cm e 5.50 cm sono invece circa 15 radici per ceppaia, ed infine le radici con diametro maggiore di 5.50 cm sono circa 10 radici per ceppaia.

Le radici considerate grandi e con diametri maggiori di 10.50 cm sono state contate in casi rari e al quanto più insolite.

Mediamente su ogni ceppaia di castagno presa in considerazione venivano indettificate circa 90 radici per ceppaia.

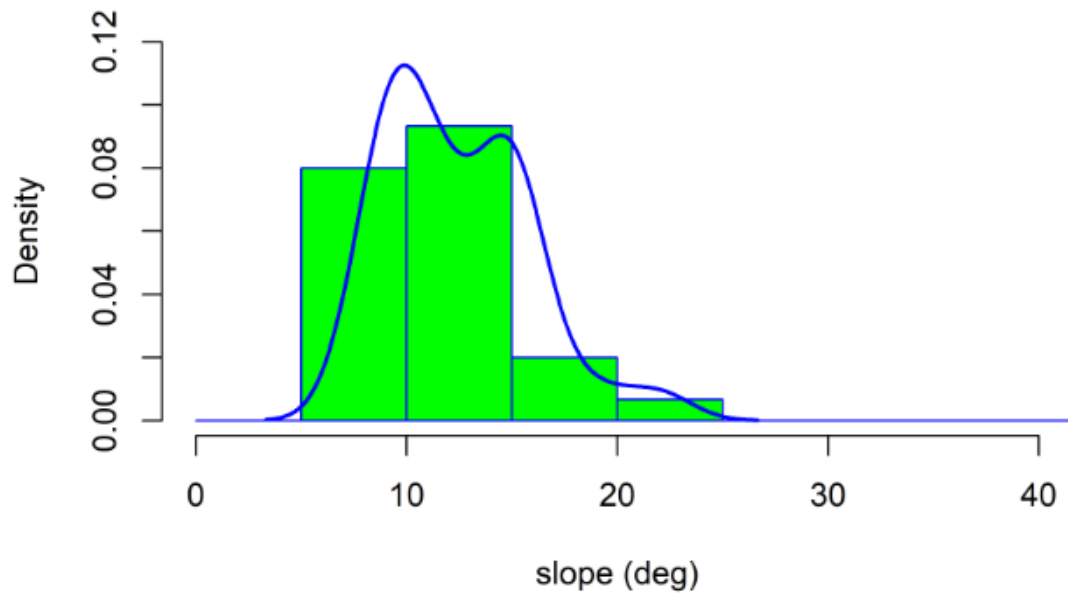


*Figura 22. Conta delle radici*

### ***Pendenza locale***

Nel grafico rappresentato in figura 23 della pendenza locale possiamo osservare che i valori di pendenza sono concentrati tra i 5° ed i 15°. Il versante in cui sono state fatte le misurazioni ha una pendenza massima di circa 25° ed una minima di circa 5°.

Dal grafico possiamo osservare che la maggior parte delle piante schiantate non si trovava nell'area con la pendenza massima, quindi possiamo definire che la pendenza non è un fattore determinante il ribaltamento.



*Figura 23. Pendenza locale dell'area oggetto di studio*

*Discussione e confronto con altre specie*

In questo capitolo verrà esposto il confronto tra i dati raccolti nel corso di questo lavoro e di dati similari osservati per altre specie quali: il faggio (*Fagus sylvatica*), abete rosso (*Picea abies*), e la robinia (*Robinia pseudoacacia*), riportati nell'elaborato di Cislighi et al. (2019). Un confronto con altre specie, anche se i campionamenti sono stati effettuati in areali con caratteristiche diverse, risulta essere molto importante comprendere ed osservare le differenze con altri apparati radicali.

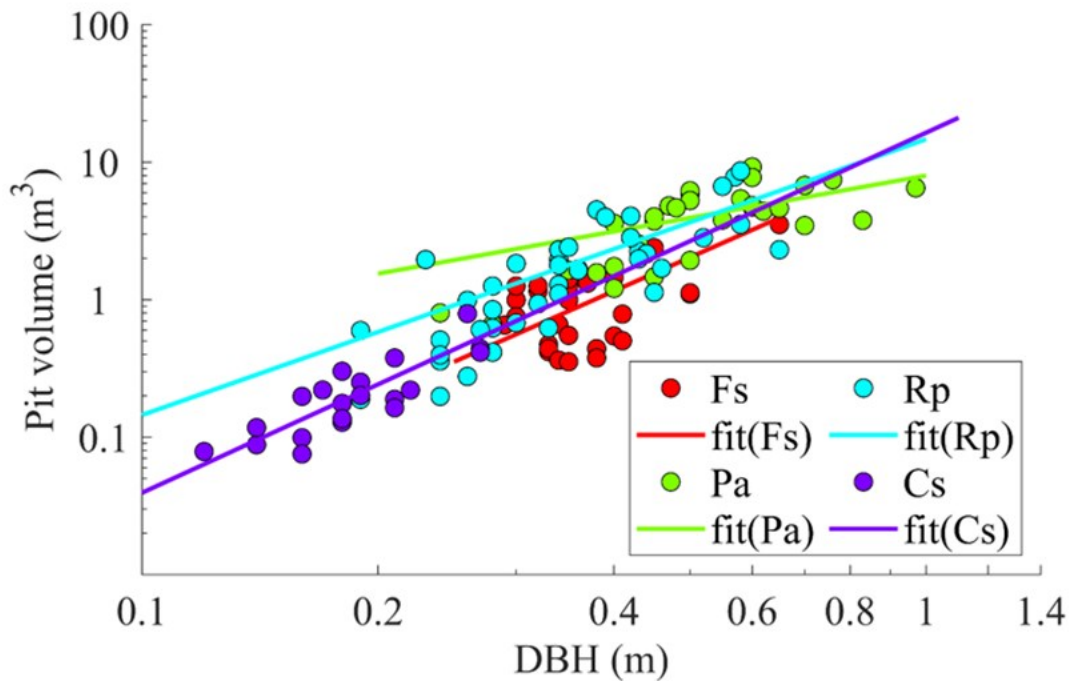
Un primo elemento di discussione è stato paragonare le relazioni empiriche stimate per le varie specie fra DBH e volume.

Come mostrato dal grafico in figura 24, tale relazione può essere descritta da una funzione potenza.

Dalla figura si può osservare come la curva rappresentante il castagno sia simile a quella del faggio nonostante la diversa distribuzione del DBH delle piante rilevate (infatti, il castagno risulta avere una dei diametri del tronco molto più inferiori).

Per quanto riguarda le dimensioni della buca lasciate dalla ceppaia dopo lo schianto, gli abeti rossi e le robinie mostrano mediamente una maggiore dimensione della buca sia rispetto al castagno che al faggio, superando in entrambi i casi di  $1\text{m}^3$ . In questo caso, i castagni schiantati mostrano dimensioni inferiori della buca, rispetto alle altre specie prese in considerazione.



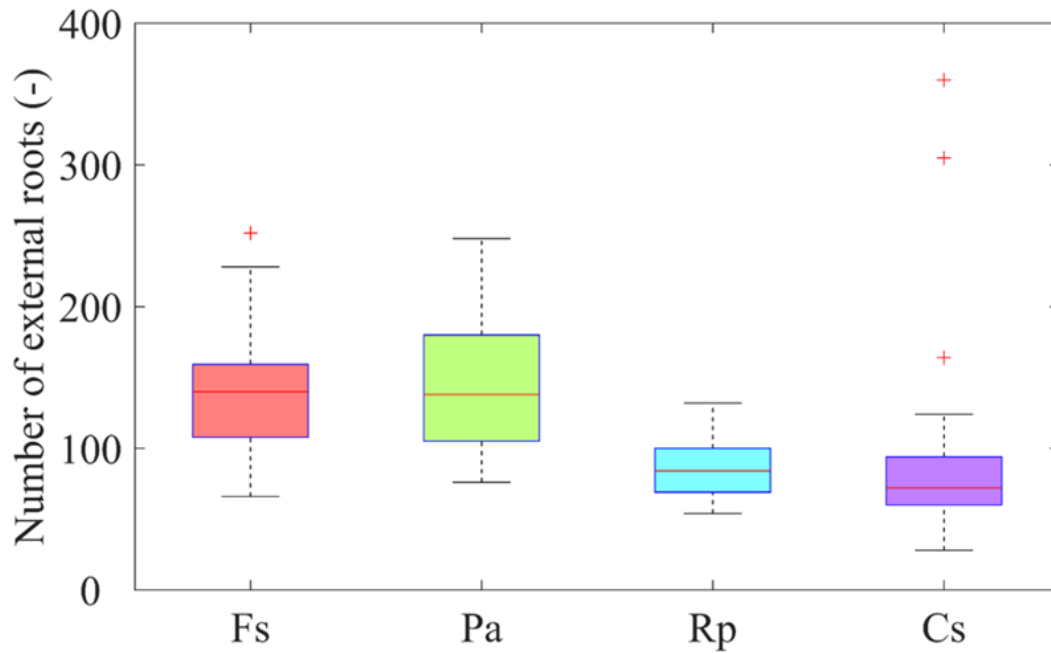


*Figura 24. Rapporto DBH/volume buca*

Il grafico in figura 25 rappresenta il numero di radici esterne contate sulle ceppaie fuori terra per le 4 specie prese in esame.

La robinia e castagno hanno il minor numero di radici con una media di 84 radici contate per la robinia e circa 90 radici per il castagno.

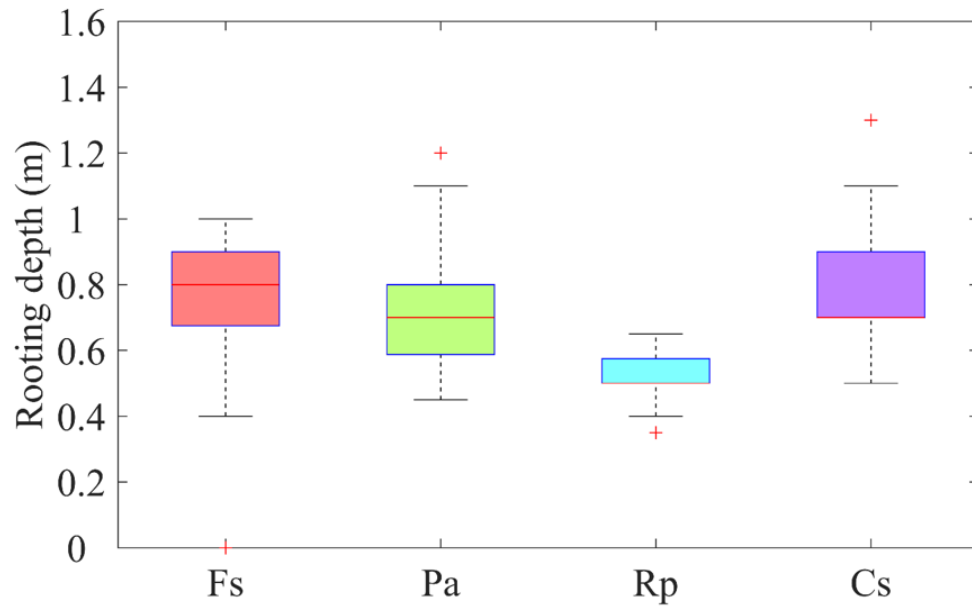
L'abeto rosso ed il faggio hanno invece un numero medio di radici contate per ceppaia maggiore rispetto alle altre specie ma molto simile tra loro. Il faggio presenta in media 140 radici per ceppaia e l'abeto rosso presenta in media 138 radici per ceppaia.



*Figura 25. Numero di radici per ceppaia*

In quest'ultimo grafico in figura 26, viene mostrata la differenza tra le specie in termini di profondità delle radici

Il castagno risulta avere dei valori di profondità che variano da 0.50 m a 1.30 m con una media di 0.70 m, il faggio varia da 0.40 m ad 1 m con una media di 0.80 m l'abete rosso invece varia da 0.45 m a 1.20 m con media di 0.70 m ed infine la robinia con una profondità radicale compresa tra 0.35 m e 0.65 m con una media di 0.45 m .



*Figura 26. Profondità delle radici*



La funzione di protezione del bosco è stato un argomento ampiamente trattato e dibattuto nella letteratura scientifica e nella società civile: l'abbandono e la mala gestione del bosco, sia esso governato a ceduo o a fustaia, possono comportare che detta funzione non venga più assolta dalla foresta, causando drastiche conseguenze.

Lo scopo del presente lavoro è stato indagare ed analizzare le conseguenze che eventi meteorologici ad ampio spettro distruttivo possono causare ad un bosco ceduo invecchiato e, in particolare, alle piante di castagno che lo popolano.

La tempesta Vaia, che sicuramente è stato uno degli eventi meteorologici più distruttivi abbattutosi sulle foreste del Nord-Italia nell'ottobre 2018, ha interessato una superficie di 42.525 ettari di bosco, causandone lo schianto di un grande numero di alberi.

Di seguito all'evento, la comunità scientifica si è impegnata in molti studi riguardanti proprio le foreste Italiane dell'arco Alpino, al fine di poter dare una spiegazione al fenomeno dello schianto da vento dei degli alberi ed anche al fine di raccogliere, analizzare ed interpretare dati su tale fenomeno.

Dallo studio dell'area di interesse, dalle misurazioni e dai risultati ottenuti è stato possibile definire che la resistenza al ribaltamento del castagno è influenzata dalla pendenza locale, dalla profondità della buca, dall'apparato radicale e dal numero di radici ed è strettamente dipendente dalle abbondanti precipitazioni cadute durante la tempesta Vaia nonché all'instabilità pedologica e vegetazionale che, sicuramente, ne hanno favorito lo schianto al suolo.

Dalle rilevazioni in campo e dai risultati ottenuti è stato definito che il castagno, per quanto riguarda il rapporto tra DBH e volume della buca ha dei valori inferiori rispetto alle altre 3 tipologie di piante prese in considerazione.

Preso in considerazione anche il numero delle radici contabili per ceppaia e fatto un paragone tra le 4 specie osservate, si è determinato che la robinia ed il castagno hanno una media di 87 radici contate per ceppaia, invece l'abete rosso ed il faggio ne hanno quasi il doppio, con una media di 140 radici per ceppaia.

In relazione alla profondità della rizosfera il castagno e l'abete rosso raggiunge in media una profondità di 0.70 m, il faggio una media di circa 0.80 m e infine la robinia di circa 0.50 m. Una profondità radicale maggiore associata al peso della zolla di terreno che le radici sono in grado di trattenere nella porzione di suolo, contribuisce a contrastare il fenomeno del ribaltamento. Dal risultato di questa elaborazione, è possibile affermare che faggio, abete

rosso e castagno presentano le caratteristiche strutturali migliori per resistere al ribaltamento, mentre la robinia nettamente inferiori.

Con questi dati, sarà possibile sviluppare relazioni empiriche tra le caratteristiche dell'albero e grandezza dell'area dove sono avvenuti gli schianti, per valutare l'effetto degli schianti sulla stabilità dei versanti. I dati raccolti in questa tesi sono serviti per analizzare il momento critico delle forze dovute all'ancoraggio dell'apparato radicale allo stato superficiale del terreno che contribuisce in maniera determinante alla stabilità dell'albero.

Inoltre, i risultati sono stati presentati al XII Congresso Nazionale SISEF e sono parte di uno studio sull'ancoraggio dell'apparato radicale: *“L'ancoraggio dell'apparato radicale: dalle osservazioni in campo alla modellazione”* di Cislighi et al. (2019).

I risultati di questo studio e di altri simili potranno essere utilizzati per fare nuovi paragoni con altre specie, per approfondire il tema della resilienza forestale al cambiamento climatico in ottica di global warming e per definire quale tipologia di specie forestale sia più resistente ad eventi estremi simili alla tempesta Vaia.

*Appendice A*

---

*Schede di campagna*



Stefano Malnati		1					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	17/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del Campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'11" N				
		<b>Y</b>	8°47'27" E				
		<b>Z</b>	640 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,33m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		11m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	8,50m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1,20m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,7m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		16°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,10m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		0,85m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
3		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		2					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	17/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco del Campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'24" N				
		<b>Y</b>	8°47'18" E				
		<b>Z</b>	650 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage			Lungo una strada		<b>x</b>		
Stock breakage			In gruppo		<b>x</b>		
Root breakage			Solitario				
Tree throw		<b>x</b>	Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,34m	Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>	
Altezza (in metri)		15m			Verso monte		
Chioma	Raggio medio	3m	Danneggiamento		A terra		
	Altezza di inserzione	10m			Inclinato	<b>x</b>	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		0,80m	Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		0,50m	Presenza strato impedente (roccioso)				
Profondità buca (in metri)		0,70	Radici spezzate		<b>x</b>		
Pendenza locale (in gradi)		0,50m	Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		0,70m	Plate		<b>x</b>		
Lunghezza (in metri)		0,50m	Heart				
Profondità (in metri)		0,50m	Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
4		6					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		3					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	17/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Paeco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		X	45°51'23" N				
		Y	8°47'18" E				
		Z	650 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage			Lungo una strada		<b>x</b>		
Stock breakage			In gruppo		<b>x</b>		
Root breakage			Solitario				
Tree throw		<b>x</b>	Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,33m	Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>	
Altezza (in metri)		15m			Verso monte		
Chioma	Raggio medio	3m	Danneggiamento		A terra	<b>x</b>	
	Altezza di inserzione	10m			Inclinato		
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		0,80m	Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		0,50m	Presenza strato impedente (roccioso)				
Profondità buca (in metri)		0,50m	Radici spezzate		<b>x</b>		
Pendenza locale (in gradi)		10°	Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		0,70m	Plate		<b>x</b>		
Lunghezza (in metri)		0,50m	Heart				
Profondità (in metri)		0,50m	Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
4		6					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		4					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	17/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'20" N				
		<b>Y</b>	8°47'21" E				
		<b>Z</b>	650 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,35m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		12m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1,50m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,70m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		8°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,30m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		0,85m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
3		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
2							
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		5					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/03/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'2" N				
		<b>Y</b>	8°47'28" E				
		<b>Z</b>	610 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,50m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		21,50m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	4m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	10,70m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,50m		Presenza strato impedente (roccioso)			
Profondità buca (in metri)		0,70		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		10°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,90m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,50m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
6		5					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
4		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		6					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'34" N				
		<b>Y</b>	8°47'9"E				
		<b>Z</b>	710 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		x	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		x		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,30m		Direzione di schianto		Verso valle	x
Altezza (in metri)		18m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	x
	Altezza di inserzione	10m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,5m		Presenza strato impedente (roccioso)		x	
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		x	
Pendenza locale (in gradi)		9°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,80m		Plate		x	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
10		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		7					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'34" N				
		<b>Y</b>	8°47'9"E				
		<b>Z</b>	710 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,32m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		16m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	12m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,5m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		9°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,80m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
10		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							



Stefano Malnati		8					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'34" N				
		<b>Y</b>	8°47'9"E				
		<b>Z</b>	710 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		x	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		x		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,30m		Direzione di schianto		Verso valle	x
Altezza (in metri)		12m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	x
	Altezza di inserzione	8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,5m		Presenza strato impedente (roccioso)		x	
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		x	
Pendenza locale (in gradi)		9°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,80m		Plate		x	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
10		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		9					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/03/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'28"N				
		<b>Y</b>	8°47'10"E				
		<b>Z</b>	680 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,30m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		15m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	14m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,95m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		15°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		2,10m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,90m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
12		15					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		10					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/03/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'28"N				
		<b>Y</b>	8°47'10"E				
		<b>Z</b>	680 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,35m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		15m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	14m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,95m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		15°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		2,10m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,90m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
12		15					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		11					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/03/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'28"N				
		<b>Y</b>	8°47'10"E				
		<b>Z</b>	680 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		x	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		x		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,35m		Direzione di schianto		Verso valle	x
Altezza (in metri)		14m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	x
	Altezza di inserzione	10m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		0,90m		Presenza strato impedente (roccioso)		x	
Profondità buca (in metri)		0,75m		Radici spezzate		x	
Pendenza locale (in gradi)		15°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		0,90m		Plate		x	
Lunghezza (in metri)		0,60m		Heart			
Profondità (in metri)		0,50m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
2		2					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3							
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		12					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del Campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°50'45" N				
		<b>Y</b>	8°47'47" E				
		<b>Z</b>	490 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,34m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		12m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1,10m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		0,90m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,7m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		16°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,10m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		0,85m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
4		3					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		3					
>10.5 cm		Note					
1							
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		13						
<b>Informazioni generali</b>								
		<b>Data</b>	28/04/2019					
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del Campo dei fiori)					
		<b>Specie</b>	Castanea sativa					
		<b>Versante</b>	verso valle					
<b>Aspetti morfologici</b>								
		<b>X</b>	45°50'46" N					
		<b>Y</b>	8°47'44" E					
		<b>Z</b>	620 mslm					
<b>Schianto</b>								
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>				
Stem breakage				Lungo una strada				
Stock breakage				In gruppo				
Root breakage				Solitario		<b>x</b>		
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>								
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,41m		Direzione di schianto		Verso valle		
Altezza (in metri)		13,5m				Verso monte		
Chioma	Raggio medio		2,5m		Danneggiamento		A terra	
	Altezza di inserzione		7m				Inclinato	
<b>Buca:</b>								
Larghezza buca (in metri)		1,20m		Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>		
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		<b>x</b>		
Pendenza locale (in gradi)		22°		Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>								
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>				
Larghezza (in metri)		1,15m		Plate		<b>x</b>		
Lunghezza (in metri)		0,83m		Heart				
Profondità (in metri)		0,65m		Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm						
5		3						
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)						
3		1						
>10.5 cm		Note						
0								
<b>Note rilievo:</b>								

Stefano Malnati		14					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'11" N				
		<b>Y</b>	8°47'42"E				
		<b>Z</b>	650 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,29m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		10m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	1,8m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1,2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,3m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		9°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,1m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,2m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
8		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		1					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		15					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'12"N				
		<b>Y</b>	8°47'42"E				
		<b>Z</b>	670 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,40m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		14m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	1,90m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	11m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2,1m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,20m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		1,1m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		14°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,92m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,26m		Heart			
Profondità (in metri)		0,89m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
7		9					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3		3					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							
15							



Stefano Malnati		16					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'12"N				
		<b>Y</b>	8°47'42"E				
		<b>Z</b>	671 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,32m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		11m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	1,85m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	9,5m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,10m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		1m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		14°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,85m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,21m		Heart			
Profondità (in metri)		0,88m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
9		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
4		1					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		17					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'10" N				
		<b>Y</b>	8°47'13"E				
		<b>Z</b>	730 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,45m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		16m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	3,5m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	9m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2,2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,90m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		1m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		10°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		2m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,80m		Heart			
Profondità (in metri)		0,92m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
13		7					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3		2					
>10.5 cm		Note					
1							
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		18						
<b>Informazioni generali</b>								
		<b>Data</b>	28/04/2019					
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (parco del campo dei fiori)					
		<b>Specie</b>	Castanea sativa					
		<b>Versante</b>	verso valle					
<b>Aspetti morfologici</b>								
		<b>X</b>	45°51'12" N					
		<b>Y</b>	8°47'42" E					
		<b>Z</b>	670 mslm					
<b>Schianto</b>								
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>				
Stem breakage				Lungo una strada				
Stock breakage				In gruppo				
Root breakage				Solitario		<b>x</b>		
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>								
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,30m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>	
Altezza (in metri)		12m				Verso monte		
Chioma	Raggio medio		1,7m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione		8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>								
Larghezza buca (in metri)		1,3m		Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		1,3m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>		
Profondità buca (in metri)		0,85m		Radici spezzate		<b>x</b>		
Pendenza locale (in gradi)		11°		Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>								
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>				
Larghezza (in metri)		1,1m		Plate		<b>x</b>		
Lunghezza (in metri)		1,2m		Heart				
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm						
8		3						
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)						
4		1						
>10.5 cm		Note						
<b>Note rilievo:</b>								

Stefano Malnati		19					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'12"N				
		<b>Y</b>	8°47'42"E				
		<b>Z</b>	690 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,36m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		15m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2,1m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	12m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2,1m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,6m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,95m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		13°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,90m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,50m		Heart			
Profondità (in metri)		0,80m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
10		12					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		20						
<b>Informazioni generali</b>								
		<b>Data</b>	28/02/2019					
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Paeco del campo dei fiori)					
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa					
		<b>Versante</b>	verso valle					
<b>Aspetti morfologici</b>								
		X	45°51'11" N					
		Y	8°47'28" E					
		Z	700 mslm					
<b>Schianto</b>								
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>				
Stem breakage				Lungo una strada				
Stock breakage				In gruppo		x		
Root breakage				Solitario				
Tree throw		x		Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>								
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,65		Direzione di schianto		Verso valle		
Altezza (in metri)		21m				Verso monte		
Chioma	Raggio medio		4m		Danneggiamento		A terra	
	Altezza di inserzione		10m				Inclinato	
<b>Buca:</b>								
Larghezza buca (in metri)		2,80		Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		2m		Presenza strato impedente (roccioso)		x		
Profondità buca (in metri)		1,20m		Radici spezzate		x		
Pendenza locale (in gradi)		10°		Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>								
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>				
Larghezza (in metri)		2,70m		Plate		x		
Lunghezza (in metri)		1,80m		Heart				
Profondità (in metri)		1,10m		Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm						
40		25						
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)						
15		10						
>10.5 cm		Note						
<b>Note rilievo:</b>								

Stefano Malnati		21						
<b>Informazioni generali</b>								
		<b>Data</b>	28/02/2019					
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Paeco del campo dei fiori)					
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa					
		<b>Versante</b>	verso valle					
<b>Aspetti morfologici</b>								
		X	45°51'12" N					
		Y	8°47'31" E					
		Z	710 mslm					
<b>Schianto</b>								
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>				
Stem breakage				Lungo una strada				
Stock breakage				In gruppo		x		
Root breakage				Solitario				
Tree throw		x		Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>								
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,6m		Direzione di schianto		Verso valle	x	
Altezza (in metri)		20m				Verso monte		
Chioma	Raggio medio		6m		Danneggiamento		A terra	x
	Altezza di inserzione		11m				Inclinato	
<b>Buca:</b>								
Larghezza buca (in metri)		3,00m		Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		2m		Presenza strato impedente (roccioso)		x		
Profondità buca (in metri)		1,50m		Radici spezzate		x		
Pendenza locale (in gradi)		12°		Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>								
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>				
Larghezza (in metri)		2,80m		Plate		x		
Lunghezza (in metri)		1,80m		Heart				
Profondità (in metri)		1,30		Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm						
38		22						
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)						
17		11						
>10.5 cm		Note						
1								
<b>Note rilievo:</b>								

Stefano Malnati		22					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'12"N				
		<b>Y</b>	8°47'31"E				
		<b>Z</b>	710 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		x	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		x		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,50m		Direzione di schianto		Verso valle	x
Altezza (in metri)		16m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	3,5m		Danneggiamento		A terra	x
	Altezza di inserzione	10m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1,50		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,30		Presenza strato impedente (roccioso)		x	
Profondità buca (in metri)		1,10		Radici spezzate		x	
Pendenza locale (in gradi)		15°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,40m		Plate		x	
Lunghezza (in metri)		1,10m		Heart			
Profondità (in metri)		1m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
20		12					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
7		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		23					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del Campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'10" N				
		<b>Y</b>	8°47'12" E				
		<b>Z</b>	700 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,40m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		12m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		1,30m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,80		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		12		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,10m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		0,85m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
5		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							



Stefano Malnati		24					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco del Campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'10" N				
		<b>Y</b>	8°47'1813" E				
		<b>Z</b>	730 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,38		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		14m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	3,5		Danneggiamento		A terra	
	Altezza di inserzione	10m				Inclinato	<b>x</b>
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		0,85m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		0,6m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,70		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		11		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		0,70m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		0,50m		Heart			
Profondità (in metri)		0,60m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
8		6					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		25						
<b>Informazioni generali</b>								
		<b>Data</b>	28/04/2019					
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Paeco del campo dei fiori)					
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa					
		<b>Versante</b>	verso valle					
<b>Aspetti morfologici</b>								
		X	45°51'10" N					
		Y	8°47'13" E					
		Z	730 mslm					
<b>Schianto</b>								
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>				
Stem breakage				Lungo una strada				
Stock breakage				In gruppo		x		
Root breakage				Solitario				
Tree throw		x		Al bordo del bosco				
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>								
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,38m		Direzione di schianto		Verso valle		
Altezza (in metri)		15m				Verso monte		
Chioma	Raggio medio		3,5m		Danneggiamento		A terra	
	Altezza di inserzione		10m				Inclinato	
<b>Buca:</b>								
Larghezza buca (in metri)		0,90m		Forma ellissoidale				
Lunghezza buca (in metri)		0,70m		Presenza strato impedente (roccioso)		x		
Profondità buca (in metri)		0,50m		Radici spezzate		x		
Pendenza locale (in gradi)		10°		Radici sfilate				
<b>Apparato radicale:</b>								
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>				
Larghezza (in metri)		0,80m		Plate		x		
Lunghezza (in metri)		0,60m		Heart				
Profondità (in metri)		0,50m		Taproot				
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm						
5		6						
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)						
4		2						
>10.5 cm		Note						
<b>Note rilievo:</b>								

Stefano Malnati		26					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'10" N				
		<b>Y</b>	8°47'13"E				
		<b>Z</b>	730 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo			
Root breakage				Solitario		<b>x</b>	
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,35m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		17m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	3m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	12m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,5m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		<b>x</b>	
Pendenza locale (in gradi)		9°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,80m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
9		5					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		3					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		27					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/02/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea Sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'34" N				
		<b>Y</b>	8°47'9"E				
		<b>Z</b>	710 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		x	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		x		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,30m		Direzione di schianto		Verso valle	x
Altezza (in metri)		12m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	x
	Altezza di inserzione	8m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,5m		Presenza strato impedente (roccioso)		x	
Profondità buca (in metri)		0,80m		Radici spezzate		x	
Pendenza locale (in gradi)		9°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,80m		Plate		x	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,70m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
10		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		28					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'12"N				
		<b>Y</b>	8°47'42"E				
		<b>Z</b>	671 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,32m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		11m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	1,85m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	9,5m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,10m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		1m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		14°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,85m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,21m		Heart			
Profondità (in metri)		0,88m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
9		4					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
4		1					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		29					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	10/03/2019				
		<b>Luogo</b>	Vellate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'28"N				
		<b>Y</b>	8°47'10"E				
		<b>Z</b>	680 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,30m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		15m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	2m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	14m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		0,95m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		15°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		2,10m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,20m		Heart			
Profondità (in metri)		0,90m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
12		15					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
2		2					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							

Stefano Malnati		30					
<b>Informazioni generali</b>							
		<b>Data</b>	28/04/2019				
		<b>Luogo</b>	Velate-Varese (Parco del campo dei fiori)				
		<b>Specie</b>	Castanea sativa				
		<b>Versante</b>	verso valle				
<b>Aspetti morfologici</b>							
		<b>X</b>	45°51'12"N				
		<b>Y</b>	8°47'42"E				
		<b>Z</b>	670 mslm				
<b>Schianto</b>							
<b>Osservazione:</b>				<b>Posizione:</b>			
Stem breakage				Lungo una strada			
Stock breakage				In gruppo		<b>x</b>	
Root breakage				Solitario			
Tree throw		<b>x</b>		Al bordo del bosco			
<b>Tronco: *se polloni, indicare diametro e numero</b>							
Diametro tronco a 1,4 m (in metri)		0,40m		Direzione di schianto		Verso valle	<b>x</b>
Altezza (in metri)		14m				Verso monte	
Chioma	Raggio medio	1,90m		Danneggiamento		A terra	<b>x</b>
	Altezza di inserzione	11m				Inclinato	
<b>Buca:</b>							
Larghezza buca (in metri)		2,1m		Forma ellissoidale			
Lunghezza buca (in metri)		1,20m		Presenza strato impedente (roccioso)		<b>x</b>	
Profondità buca (in metri)		1,1m		Radici spezzate			
Pendenza locale (in gradi)		14°		Radici sfilate			
<b>Apparato radicale:</b>							
<b>Dimensioni:</b>				<b>Tipologia:</b>			
Larghezza (in metri)		1,92m		Plate		<b>x</b>	
Lunghezza (in metri)		1,26m		Heart			
Profondità (in metri)		0,89m		Taproot			
< 1.5 cm		1.5-2.5 cm					
7		9					
2.5-5.5 cm		> 5.5 cm (>10.5 cm)					
3		3					
>10.5 cm		Note					
<b>Note rilievo:</b>							
15							

## *Bibliografia*

---



Allen J. R. L., 1992 - Trees and their response to wind: mid Flandrian strong winds, Severn Estuary and inner Bristol Channel, southwest Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences.* 338(1286), 335-364.

Cat Berro D., Acordon V., Castellano C., 2018 - 27-30 ottobre 2018: Scirocco eccezionale, mareggiate e alluvioni in Italia con la tempesta "Vaia". SMI/Redazione Nimbus.

Chirici, G., 2019 - Stima dei danni della tempesta "Vaia" alle foreste in Italia. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology.* 16(1), 3.

Cislaghi A., Cantaluppi M., Malnati S., Marabotti A., Bischetti G.B., Vacchiano G., 2019 - L'ancoraggio dell'apparato radicale: dalle osservazioni in campo alla modellazione. XII Congresso Nazionale SISEF Abstract-book, Paper #c12.19.27.

Codice Provinciale della Provincia Autonoma di Trento - Articolo 2, Legge provinciale 23 maggio 2007, n. 11. Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette.

Fonti P., Giudici F., 2001 – Quantità e qualità della massa legnosa ottenibile da un ceduo di castagno invecchiato. *Schweiz. Z. Forstwes.* 152, pag: 417- 424.

Gardiner B., Barry, Berry P., Moulia B., 2016 - Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Science.* 245: 94-118.

Marabotti A., 2017 - Il fenomeno del ribaltamento delle ceppaie di castagno: un caso di studio in Valcuvia – Lombardia. *Università degli studi di Milano*, pag. 15-35.

Bischetti G.B., Chiaradia E.A., Bassanelli C., Nicoloso A., Pividori M., 2013 - Dissesto idrogeologico e copertura forestale: Il ruolo dei cedui di castagno abbandonati. *Quaderni della ricerca n.152, Regione Lombardia*, pag: 38-43.

Bischetti G.B., Epis T., 2009 - Valutazione del rinforzo radicale del suolo operato dalle radici delle principali specie forestali della Lombardia. Università degli studi di Milano, facoltà di Agraria, pag: 51-56.

Vogt J., Fonti P., Conedera M., Schroder B., 2006 – Temporal and spatial dynamic of stool uprooting in abandoned chestnut coppice forests. For. Ecol. Manage. 235, pag: 88- 95.

Krogstad F; 1995- A physiology and ecology based model of a lateral root reinforcement of unstable hillslopes

Montagna G, Lassini P; 1994 – Gli alberi e il bosco, da Azienda regionale delle foreste; Pag 14-20, 24.

Ortner P; 1993 – Il bosco delle nostre alpi; Pag 96-100

Legge regionale 5 dicembre 2008 n° 31 testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale, art. 41 comma 1.

R Development Core Team, 2010 - RStudio

Parco Regionale del Campo del Fiori – [www.parcocampodeifiori.it](http://www.parcocampodeifiori.it)