



**Dottore Forestale Emiliano Sanfilippo**

Via A. Nardini Desp. Mospignotti 42  
57125 Livorno

Tel. e fax 050.577072 – cell. 334.3335923

Email: e.sanfilippo74@gmail.com

Iscrizione O.D.A.F. Provincia di Pisa n. 817



**VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI VEGETATIVE, FITOSANITARIE E  
DI STABILITA' DEL DOPPIO FILARE DI TIGLI VEGETANTI LUNGO VIA  
SARZANESE IN PIETRASANTA (LU)**

**RELAZIONE TECNICA**

Committente:	Comune di Pietrasanta Piazza Matteotti n. 29 – 55049 Pietrasanta (LU)
Tecnico incaricato:	Dottore Forestale Emiliano SANFILIPPO 
	Livorno, settembre 2023

# VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI VEGETATIVE, FITOSANITARIE E DI STABILITA' DEL DOPPIO FILARE DI TIGLI VEGETANTI LUNGO VIA SARZANESE IN PIETRASANTA (LU)

## RELAZIONE TECNICA

### 1. PREMESSA

In riferimento all'incarico conferitomi con Determinazione n. 602/2023 del 29/03/2023 - CIG ZDD39F5A9E – inerente alla “Valutazione di stabilità delle alberature pubbliche sul territorio comunale”, sono a redigere la relazione tecnica attestante le condizioni vegetative, fitosanitarie e di stabilità del doppio filare di tigli vegetanti lungo via Sarzanese.

I referti delle indagini strumentali, comprese le metodologie utilizzate per l'elaborazione dei dati, sono riportati in allegati specifici

#### 1.1 Indice

La perizia è suddivisa nei seguenti capitoli e paragrafi:

2. Scopo dell'indagine e piano di lavoro	pag. 3
3. Termini di validità della relazione	pag. 3
4. Metodologia di indagine	pag. 5
4.1 Livelli di Valutazione	
4.2 Valutazione della Pericolosità (P)	
4.3 Valutazione del Bersaglio (B)	
4.4 Valutazione dell'Impulso (I)	
4.5 Valutazione del Rischio Arboreo	
5. Quadro conoscitivo	pag. 13
5.1 Quadro normativo	
5.2 Descrizione della stazione	
5.3 Il rilievo	
5.4 Anamnesi	
6. Quadro diagnostico	pag. 25
6.1 Sintesi dei risultati dei rilievi	
7. Considerazioni e approfondimenti conclusivi	pag. 26
7.1 Cure colturali	
7.2 Monitoraggio	
8. Bibliografia di riferimento	pag. 29

## 2. SCOPO DELL'INDAGINE E PIANO DI LAVORO.

Nel mese di maggio 2023, il Comune di Pietrasanta incaricava il Dottore Forestale Emiliano SANFILIPPO, iscritto all'Albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Pisa al n. 817, di eseguire la valutazione visiva delle condizioni vegetative, fitosanitarie e di stabilità del doppio filare di taglio vegetante lungo via Sarzanese in Pietrasanta, integrata da analisi strumentali mediante tomografia sonica ed elettrica. Tali rilievi sono stati eseguiti nei mesi di giugno e luglio 2023.

Di seguito un breve curriculum dell'autore.

**Rilevatore:** Dottore Forestale Emiliano SANFILIPPO, iscritto all'Albo dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali della Provincia di Pisa al n. 817, membro fondatore di ARBORETE®, specializzato nel settore dell'arboricoltura moderna, docente in corsi di formazione specialistica, autore di software di analisi biomeccanica, consulente per l'Italia di Argus Electronics gmbh (azienda produttrice di strumenti diagnostici per la valutazione di stabilità degli alberi della gamma Picus®), svolge attività professionale e di ricerca in proprio nel campo della valutazione e gestione del rischio connesso alla presenza di alberi.

Il lavoro si compone delle seguenti fasi:

1. Rilievo delle caratteristiche generali dell'area (stazione).
2. Rilievo per la localizzazione degli esemplari arborei.
3. Rilievi per la valutazione delle condizioni di stabilità degli alberi.
4. Stima del valore ecologico dei singoli individui.
5. Approfondimenti di indagine visiva e/o strumentale.
6. Valutazione della Pericolosità mediante l'individuazione della Probabilità di Cedimento.
7. Valutazione dell'Impulso, ovvero del fattore di danno, che dipende dalle dimensioni dell'albero o di sue parti che più probabilmente possono cadere.
8. Valutazione del Bersaglio, ovvero della vulnerabilità della potenziale area di caduta.
9. Determinazione del Livello di Rischio Arboreo.
10. Prescrizione degli interventi colturali, di riduzione e/o mitigazione del rischio e frequenza dei monitoraggi.

## 3. TERMINI DI VALIDITA' DELLA RELAZIONE

La relazione si basa sull'analisi visiva delle anomalie morfologiche e strutturali delle alberature, eventualmente integrata, qualora si ritenga necessario, da analisi strumentali e modellistiche. Tali informazioni vengono raccolte mediante la compilazione di un'apposita scheda da campo e successivamente elaborate al fine della determinazione dei parametri oggetto dello studio.

Le conclusioni a cui si giunge sono riferite alla situazione rilevata al momento del sopralluogo e non tengono di conto dei possibili effetti derivanti da eventi climatici eccezionali o di altra natura (vandalismi, incendi, inquinamento, danni da urti ecc.).

L'attendibilità di questa relazione si esaurisce naturalmente nel tempo, in relazione ai cambiamenti delle condizioni ambientali del sito di vegetazione, nei casi in cui non vengano rispettate le prescrizioni, l'esecuzione degli interventi colturali, la frequenza dei controlli e nel caso in cui vengano eseguiti interventi non indicati.

I lavori prescritti devono essere eseguiti da personale qualificato e nel rispetto della buona pratica dell'arboricoltura, meglio se in possesso della certificazione ETW (European Tree Worker) o ETT (European Tree Technician) rilasciate dalla European Arboriculture Council (EAC), che attesta le capacità professionali e le competenze in materia.

Il Committente, proprietario, o conduttore del fondo può scegliere o meno di accettare queste prescrizioni o richiedere approfondimenti. Gli alberi sono strutture dinamiche a cui possono essere applicate tecniche colturali diverse che comportano rischi diversi. Una ragionevole gestione del rischio deve avere tuttavia sempre l'obiettivo di conservare alberi che appaiono stabili al verificarsi di eventi meteorici non particolarmente intensi. Con la presente relazione viene proposto un indirizzo di riferimento per le decisioni gestionali che deve assumere il proprietario/gestore dell'albero. Nel caso in cui la percezione del rischio del committente fosse diversa da quanto sostenuto è necessario rivalutare in relazione alla nuova impostazione gli interventi prescritti.

Gli alberi sono esseri viventi e conservano una certa propensione al cedimento, per cui è impossibile determinare quando e in quali condizioni avverrà tale cedimento, se sarà parziale o totale. Il crollo di una porzione dell'individuo può, in certe specie, rappresentare un fenomeno evolutivo (esempio: pino domestico), in cui rami e branche vengono sacrificate. Spesso i cedimenti sono determinati da fenomeni non ancora compresi (esempio: summer branch drop – rottura estiva delle branche). In certi casi i difetti possono essere nascosti da fogliame, rami o essere presenti sulla porzione non visibile da terra che impediscono l'osservazione e l'analisi. A tutto ciò si aggiunge la difficoltà nel valutare lo stato dell'apparato radicale, se non con procedimenti o indagini complesse.

Inoltre, è opportuno precisare che gli alberi sono strutture che si sono evolute in modo tale da favorire il cedimento di loro parti prima della loro intera struttura, come, ad esempio, in condizioni di forti venti rami e branche possono essere sacrificate. Alberi o loro parti perfettamente sani possono essere soggetti a cedimenti imprevedibili per eventi di intensità ordinaria o a causa di anomalie fisiologiche del legno non rilevabili, o all'interazione tra radici e terreno. Un ulteriore fattore non ancora completamente compreso è legato alla complessa interazione dell'albero con il vento, la cui straordinarietà di un evento non è attribuibile alla sola velocità delle raffiche bensì alla loro durata e frequenza.

La riduzione del rischio rappresenta l'obiettivo da perseguire nella gestione degli alberi, che può essere raggiunto mediante l'attuazione di cure colturali o altri interventi di mitigazione quali la riduzione del tasso di occupazione, la modificazione di un percorso, lo spostamento dei bersagli che attraggono le persone, ecc.. Il fatto che il rischio residuo sia basso non significa che l'evento dannoso non si verificherà mai, ma solo che la probabilità congiunta del verificarsi di un evento potenzialmente dannoso e il verificarsi del danno è ritenuta ragionevolmente bassa e quindi accettabile.

Per quanto precedentemente esposto appare evidente e necessario un programma di monitoraggio, opportunamente specificato nelle schede di valutazione, il cui rispetto è condizione essenziale per la verifica nel tempo delle condizioni di salute e di stabilità. Modificazioni al sito di vegetazione, l'esecuzione di cure colturali errate o altri eventi di varia natura (lavori di scavo, l'affissione di cavi al fusto, la copertura o l'impermeabilizzazione di superfici, ecc.) comportano la decadenza dei termini della relazione e l'esigenza di effettuare un nuovo monitoraggio.

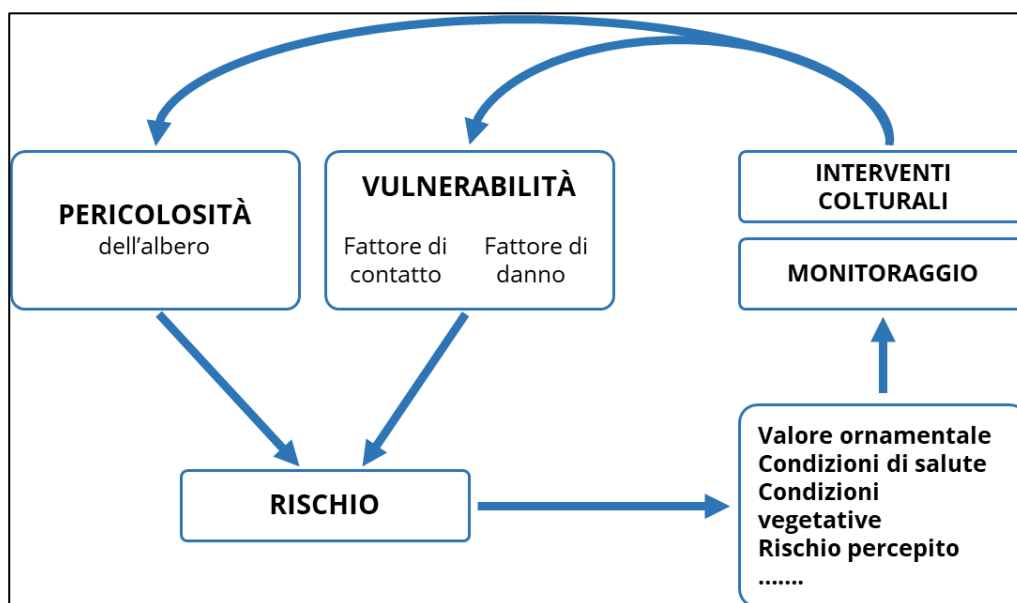
#### **4. METODOLOGIA DI INDAGINE.**

L'indagine viene elaborata attraverso l'analisi visiva, eventualmente integrata da analisi strumentali e da analisi biomeccaniche, mediante il Protocollo ARETE<sup>®</sup> (*ARBORETE 2020 – Protocollo ARETE' – Valutazione integrata di stabilità dell'albero*), ricorrendo alla compilazione di schede di diversa tipologia in relazione all'approfondimento di indagine necessario e/o richiesto.

La valutazione integrata di stabilità segue una procedura, conforme a quanto prescritto dall'**ISO 31000** – Principi e Linee Guida per la Gestione del Rischio - attraverso la quale vengono analizzate, mediante l'espressione di un giudizio qualitativo e/o quantitativo, le variabili fondamentali relative alla Pericolosità, al Fattore di Contatto e al Fattore di Danno. L'integrazione matematico-analitica dei tre giudizi genera il Giudizio di Rischio che si riferisce all'albero o ad una sua parte esaminata. La procedura ARETE<sup>®</sup>, di cui si riporta un estratto, parametrizza la valutazione del rischio in funzione della probabilità che il cedimento di un albero possa provocare la morte di una vita umana, il cui valore statistico è attualmente stabilito in 3 milioni di euro; ciò significa che un rischio pari a 1:1 assume tale valore.

Determinato il livello di rischio, la definizione delle Prescrizioni di Trattamento del Rischio (interventi colturali, programma di controllo e monitoraggio) avviene parametrizzando, in modo differenziato a seconda del livello di approfondimento della valutazione, gli aspetti relativi al Valore Ecologico dell'albero, alle condizioni vegetative, fitosanitarie e di salute, all'aspettativa di vita e anche, mediandolo, al rischio percepito dal committente.

La procedura può essere definita a diversi livelli di approfondimento, differenti per grado di accuratezza in relazione alla metodologia e alla procedura di rilievo adottata e per i limiti informativi che ne derivano. Il protocollo ARETE® completo è disponibile sul sito [www.arborete.it](http://www.arborete.it).



Il metodo di valutazione si basa sull'analisi complessiva del sistema albero attraverso un approccio multidisciplinare denominato **EMIBAC**, che si compone in modo fluido di sei contesti frutto di un percorso metodologico procedurale di tipo **Economico, Medico, Ingegneristico, Botanico, Albero, Contestuale**.

#### 4.1 Livelli di valutazione

##### 4.1.1 Censimento arboreo.

Il censimento botanico consiste nella raccolta puntuale dei dati riferiti alla posizione e alla descrizione degli alberi che compongono un patrimonio arboreo e NON ha carattere valutativo.

##### 4.1.2 Indagine preliminare.

L'Indagine Preliminare è una metodica rivolta a scremare gli alberi da sottoporre alla valutazione di stabilità, che meritano indagini più approfondite, da quelli che non ne hanno bisogno o che hanno altri problemi da affrontare con criteri diversi.

##### 4.1.3 Valutazione Speditiva a livello di popolamento.

La Valutazione Speditiva a livello di popolamento si deve utilizzare nella fase iniziale del processo di valutazione e gestione del rischio arboreo, in situazioni a fruizione estensiva come aree boscate, o nei parchi urbani, o per le zone a bassa frequentazione. Essa è una valutazione del rischio grossolana, in grado di fornire indicazioni sui livelli successivi di approfondimento e sulle priorità di intervento e di gestione. È un approccio che fornisce un quadro comunque ponderato del livello di rischiosità generico di una data zona e consente così di individuare rapidamente quelle aree in cui gli alberi necessitano di essere valutati con un dettaglio maggiore.

Questa forma di valutazione, di tipo inventariale e speditivo, NON è in grado di evidenziare i difetti degli alberi, ma fornisce un dato orientativo di base sulle condizioni ipotetiche di rischio del popolamento, da utilizzare come traccia per determinare le indagini da eseguire.

#### **4.1.4 Valutazione Speditivo-inventariale per singoli alberi.**

La procedura di Valutazione Speditivo-inventariale per singoli alberi viene eseguita da terra (e in quota previo accordo contrattuale con il committente) è strutturata in modo tale da acquisire solo le informazioni utili a fornire un'appropriatezza anche se grossolana valutazione del rischio. Ciò permette di limitare i costi e concentrarli sugli alberi che ne hanno realmente bisogno. La Valutazione Speditiva è propedeutica ad un approfondimento diagnostico; si tratta quindi di un Triage in cui gli alberi sono classificati in funzione del livello di rischio speditivamente determinato.

L'indagine è di tipo esclusivamente osservativo (senza l'impiego di strumentazioni) e si compie attraverso l'ispezione della parte epigea dell'individuo arboreo e della sua Stazione, eseguendo una osservazione di tutto l'albero da diversi punti di osservazione.

Pur trattandosi di una valutazione, NON è prevista l'individuazione delle anomalie e dei difetti perché la sua funzione NON è quella di individuare con esattezza il livello di rischio tipico di ciascun albero, quanto quello di individuare la priorità con cui applicare la Valutazione Ordinaria o Avanzata

#### **4.1.5 Valutazione visiva Ordinaria**

La Valutazione Ordinaria dell'albero viene eseguita da terra (e in quota previo accordo contrattuale con il committente) e rappresenta la modalità di valutazione consueta in quanto sufficientemente approfondita e attendibile per conseguire, nella maggior parte dei casi, le informazioni adeguate a formulare il quadro diagnostico. La Valutazione Ordinaria si basa sulla redazione di una scheda per ciascun albero ed ha come obiettivo la formulazione di un giudizio di rischio appropriato all'albero e al suo contesto con la finalità di esporre le più idonee prescrizioni di trattamento in grado di ridurre i fattori di rischio al più basso livello ragionevolmente praticabile. Qualora l'indagine rilevi difetti non qualificabili e quantificabili visivamente, il giudizio di rischio è sospeso ed il tecnico prescrive una Valutazione Avanzata definendone la tipologia.

La Valutazione Ordinaria si applica a tutti gli esemplari arborei per i quali tale procedura è richiesta e/o prescritta con una precedente Valutazione Speditiva. La Valutazione Ordinaria si applica comunque, salvo diversa indicazione del tecnico, agli alberi aventi diametro, misurato a petto d'uomo, superiore a 70 cm e/o con età stimata superiore a 70 anni. Essa si basa sull'osservazione dell'albero nell'intento di rilevare anomalie o difetti direttamente correlati con una significativa probabilità di cedimento, qualificandoli e dimensionandoli anche con l'ausilio di semplici strumenti manuali. L'indagine è eseguita, tenendo conto delle dimensioni della Stazione:

- in prossimità del singolo albero, al fine di rilevare segni e sintomi di difetti visibili e misurabili che caratterizzano anomalie morfologiche e/o strutturali, correlabili e non, a potenziali cedimenti;
- a distanze e posizioni consone ad una lettura dell'albero nel suo complesso, per individuare e classificare interazioni e conflitti con spazi esterni o con manufatti.

Durante la fase di osservazione e raccolta dati si devono utilizzare una serie di strumenti per la misura o stima delle variabili dendrometriche, nonché strumenti manuali utili all'individuazione,

qualificazione e quantificazione dei difetti. Dall'ispezione può risultare un giudizio relativo all'apparato radicale e alla ramificazione non visibile da terra solo se è possibile comunque osservare anomalie, difetti o conflitti significativi e inequivocabilmente correlabili con elevata probabilità di cedimento.

La **valutazione della parte ipogea** di un albero (zolla radicale) non può essere verificata in mancanza di analisi appropriate quali lo scavo radicale, la prova di trazione controllata, la prova di rilascio rapido o l'analisi vibrazionale e altro. In mancanza di tali rilievi le condizioni dell'apparato radicale rimangono incerte in quanto la valutazione della classe di pericolo si basa esclusivamente su informazioni di tipo indiretto, che fanno riferimento alle limitate conoscenze disponibili, che dipendono dalla specie in esame, dalle dimensioni dell'albero, dalla morfologia e proprietà meccaniche ipotizzabili della zolla radicale e dai cedimenti pregressi. In sede di rilievo si deve segnalare l'eventuale presenza di segni o sintomi visibili che potrebbero essere correlabili con una significativa propensione al cedimento della zolla radicale e che quindi necessitano dell'approntamento di una valutazione specifica.

La **valutazione della porzione epigea** (branche e rami) o parte di essa può non essere del tutto visibile e/o indagabile se si esegue una valutazione da terra. In mancanza di una Valutazione in quota le condizioni dei rami e delle branche non osservabili da terra rimangono incerte e pertanto nessun giudizio di stabilità è fornito per essi. In sede di rilievo si deve segnalare l'eventuale presenza di segni o sintomi visibili che potrebbero essere correlabili con una significativa propensione al cedimento e che quindi consigliano l'approntamento di una Valutazione in quota.

#### **4.1.6 Valutazione Avanzata.**

Allorquando la Valutazione Ordinaria non raggiunge un giudizio ragionevolmente attendibile e sussiste la possibilità di integrarlo e approfondirlo si ricorre alla Valutazione Avanzata. La Valutazione Avanzata è generalmente opportuna, a prescindere, per gli alberi di maggiore importanza quali quelli monumentali (dimensioni eccezionali rispetto alla specie), di rilievo (affettivo, sociale, culturale, storico) o per alberi problematici in aree ad alta vulnerabilità. La Valutazione Avanzata costituisce la modalità di valutazione della stabilità di un albero di massimo dettaglio possibile: essa si basa sulla redazione di una scheda o meglio di una perizia per ciascun albero, integrata dal referto dell'analisi strumentale se prevista. Il referto dell'analisi strumentale, se considerato singolarmente, NON costituisce elemento di Valutazione di Stabilità dell'albero e non può essere utilizzato per formalizzare il Giudizio di Rischio e quindi nemmeno i trattamenti e il piano di monitoraggio.

Nella Valutazione Avanzata le anomalie e i difetti dell'albero devono essere qualificati e quantificati in modo accurato, ricorrendo alla migliore tecnologia possibile, in modo tale da ottenere un quadro oggettivo e particolarmente esaustivo delle condizioni strutturali dell'albero. La scheda utilizzata deve essere di grande dettaglio, oppure si ricorrerà ad una relazione descrittiva articolata. Nella Valutazione Avanzata non è possibile definire a priori il ventaglio di analisi e approfondimenti opportuni; un elenco non esaustivo di essi può riguardare:

- analisi delle condizioni meteorologiche e pedoidrauliche della Stazione;
- analisi con dendropenetrometro o con martello elettronico;
- analisi con tomografo sonico e eventualmente, elettrico;
- prova di trazione controllata;
- scavo radicale;



- analisi modellistica dell'interazione vento-albero;
- analisi dinamica e analisi vibrazionale;
- prospezioni geo-idrologiche di varia natura.

#### 4.2 Valutazione della Pericolosità (P)

La valutazione della pericolosità, o della propensione al cedimento, avviene mediante una metodologia di valutazione integrata dell'albero (*Sani L. 2017*) in relazione all'approfondimento di indagine necessario e/o richiesto. Tale metodologia consiste nella valutazione visuale dell'albero eseguita da terra di tutte le caratteristiche dell'albero importanti ai fini della determinazione delle condizioni vegetative, fitosanitarie e di stabilità, attraverso il rilievo delle condizioni stazionali, delle caratteristiche dendrometriche e strutturali, delle anomalie morfologiche e strutturali, dei segni e sintomi determinati da patologie di varia natura.

Il grado di pericolosità può essere attribuito alle diverse forme di cedimento, quali il ribaltamento della zolla, la rottura del tronco al colletto e nella porzione distale, i cedimenti a livello del castello e delle branche primarie, la rottura dei rami. In sostanza, il livello di pericolosità viene stimato attraverso il rilievo dei difetti e delle anomalie dell'albero, individuandone la natura, l'entità e il decorso, in relazione ai modi in cui l'albero è in grado di contrastarli o limitarne le possibili conseguenze.

Nel caso in cui l'analisi visiva, anche approfondita, non è sufficiente a delineare il quadro diagnostico o siamo di fronte a un esemplare di pregio a cui è stato attribuito un livello di rischio elevato, occorre eseguire approfondimenti diagnostici ricorrendo a strumentazione specifica.

Nel protocollo ARETE<sup>TM</sup> la probabilità di cedimento è suddivisa in 7 classi, dalla 1 alla 7. La classe 1 si riferisce ad alberi con una probabilità di cedimento, nell'anno successivo alla valutazione, che varia dal 100% (quindi dalla certezza statistica) al 20%, quindi molto probabile. La classe 2 ha una probabilità minore secondo un fattore 10 e quindi varia dal 20% al 2%. La classe 3 ha una probabilità che, nello stesso modo, varia dal 2% allo 0,2%, con un valore di riferimento di 1:100. Le classi si susseguono fino alla 7 in cui l'albero avrà una probabilità di cedimento inferiore a 1:1'000'000. Si passa da una classe all'altra secondo una scala in base 10.

Di seguito la tabella della probabilità di cedimento.

CLASSE DI PERICOLO			Definizione della classe di pericolo	
Classe	Valore di riferim.	Ampiezza della classe		
1	1:1	a 1:1 da 1:5	<b>CLASSE 1 - PERICOLO CRITICO</b>	segni, sintomi e difetti gravi che hanno aumentato drasticamente la pericolosità. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 100% e il 20%, quindi <b>molto elevata</b> .
2	1:10	a 1:5 da 1:50	<b>CLASSE 2 - PERICOLO ELEVATO</b>	segni, sintomi e difetti gravi che hanno aumentato la pericolosità. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 20% e il 2%, quindi <b>elevata</b> .
3	1:100	a 1:50 da 1:500	<b>CLASSE 3 - PERICOLO SIGNIFICATIVO</b>	segni, sintomi e difetti che hanno aumentato moderatamente la pericolosità. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 2% e il 0,2 %, quindi <b>significativa</b> .
4	1:1k	a 1:500 da 1:5k	<b>CLASSE 4 - PERICOLO INCERTO</b>	segni, sintomi e difetti non chiaramente definibili. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 0,2% e il 0,02 %, quindi <b>incerta</b> .
5	1:10k	a 1:5k da 1:50k	<b>CLASSE 5 - PERICOLO MODERATO</b>	segni, sintomi e difetti limitati, la pericolosità è bassa. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 0,02% e il 0,002%, quindi <b>moderata</b> .
6	1:100k	a 1:50k da 1:500k	<b>CLASSE 6 - PERICOLO BASSO</b>	segni, sintomi e difetti tollerabili, la pericolosità è scarsa. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 0,002% e il 0,0002%, quindi <b>bassa</b> .
7	1:1M	a 500k da 1M	<b>CLASSE 7 - PERICOLO TRASCURABILE</b>	non segni, sintomi e difetti evidenti, la pericolosità è quasi nulla. La probabilità di cedimento nell'anno è tra il 0,0002% e il 0,00002%, quindi <b>trascurabile</b> .
0	-	-	<b>CLASSE 0 - APPROFONDIMENTI</b>	segni, sintomi e difetti che non sono decifrabili soltanto con una valutazione visiva, quindi occorre approfondire con indagini strumentali. <b>LA VALUTAZIONE E' SOSPESA</b>

L'attribuzione alla classe corrispondente avviene mediante la valutazione delle condizioni di pericolosità in cui si trova l'albero, o meglio in cui si trovano le diverse parti anatomiche da cui è composto e che possono provocare cedimenti tra loro diversi. Se è possibile riferirsi in via prioritaria alla sola parte dell'albero che si ritiene più pericolosa, è tuttavia auspicabile valutare le diverse parti in modo differenziato e quindi ottenere un giudizio di probabilità di cedimento relativamente all'apparato radicale, al colletto, al fusto (comprensivo del castello se esiste) e ai rami.

Qualora non si disponga di informazioni relativamente ad una porzione morfologica, che non è stata sottoposta ad una indagine sufficiente a definirne con relativa certezza le condizioni di pericolosità, per quella porzione non è possibile attribuire il giudizio di pericolosità e quindi la valutazione del rischio rimane, relativamente a tale parte, del tutto incerta o sospesa.

La stima del livello di pericolosità avviene individuando le anomalie e i difetti che l'albero manifesta, precisandone la natura, l'entità e il decorso, in relazione ai modi con cui l'albero è in grado di contrastarli o limitarne le possibili conseguenze. Schematicamente, i criteri di cui tenere conto per stimare la classe di pericolosità riguardano:

- l'esposizione alle sollecitazioni esterne determinate dal luogo dove l'albero vegeta, quindi, dalle condizioni stagionali.
- Il carico che l'albero intero o la sua parte più debole deve sopportare, tenendo conto delle possibili forme di sollecitazione.
- Il profilo strutturale della specie e cioè le tipologie di anomalie e difetti più frequenti, in relazione alla loro gravità ai fini del possibile cedimento.
- La resistenza residua della sezione critica, cioè di quella ritenuta peggiore, rispetto al carico che l'albero può subire, anche in relazione alle forme di crescita adattativa e compensativa attivate dall'albero.
- Il profilo di cedimento della specie, quindi le modalità più probabili di rottura, anche in relazione al contesto.
- Le condizioni di salute dell'albero rispetto a specifici problemi fito o entomo-patologici, le condizioni di benessere dell'albero, relativamente al luogo fisico in cui vive e l'aspettativa di vita presumibile che da tali possibili condizionamenti ne deriva.

#### **4.3 Valutazione del Bersaglio (B)**

Il bersaglio è il bene esposto al pericolo di cedimento dell'albero. Nella valutazione del bersaglio ci si riferisce al caso più probabile cioè a quello che verosimilmente si verificherà nel momento in cui è più probabile che si verifichi il cedimento della struttura arborea o di sua parte. Viene esaminato comunque in modo separato il bersaglio sotteso alla chioma, e quindi potenzialmente soggetto al pericolo di caduta di rami o branche, dal bersaglio più comunemente considerato soggetto alla caduta dell'intero albero e che quindi si trova all'interno dell'area più estesa (indicativamente l'altezza dell'albero). La valutazione è parametrizzata in funzione della probabilità che il cedimento di un albero possa provocare la morte di una vita umana. Il valore statistico della vita umana (VASVU) è attualmente stabilito pari a € 3'000'000. I bersagli, potenzialmente interessati dal cedimento dell'albero o di sua parte, che vengono considerati sono il traffico veicolare, le persone che occupano stabilmente l'area di potenziale caduta, il passaggio

dei pedoni e dei ciclisti al di sotto dell'area di potenziale caduta, il valore degli oggetti, dei manufatti, impianti e altro interessati dal possibile cedimento.

#### 4.4 Valutazione del Fattore di Danno – Impulso (I)

Il peso di ciò che può cadere, quindi dell'albero intero o della sua parte maggiormente pericolosa, costituisce la variabile più strettamente correlata all'energia che l'albero esprime nel momento dell'impatto e che determina il danno. Il calcolo avviene riferendosi alla quantità di moto (impulso) che si manifesta nel momento dell'impatto con il bersaglio, definita in funzione della massa di ciò che cade e della sua altezza rispetto al potenziale bersaglio. L'impulso dell'intero albero e di una branca al momento dell'impatto è calcolato con le seguenti formule:

$$P_t = M_t \cdot \sqrt{3 \cdot g \cdot (H - H_b)} \quad \text{e} \quad P_b = M_b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H_{ins} - H_b)}$$

Le classi di impulso sono definite dalla seguente tabella:

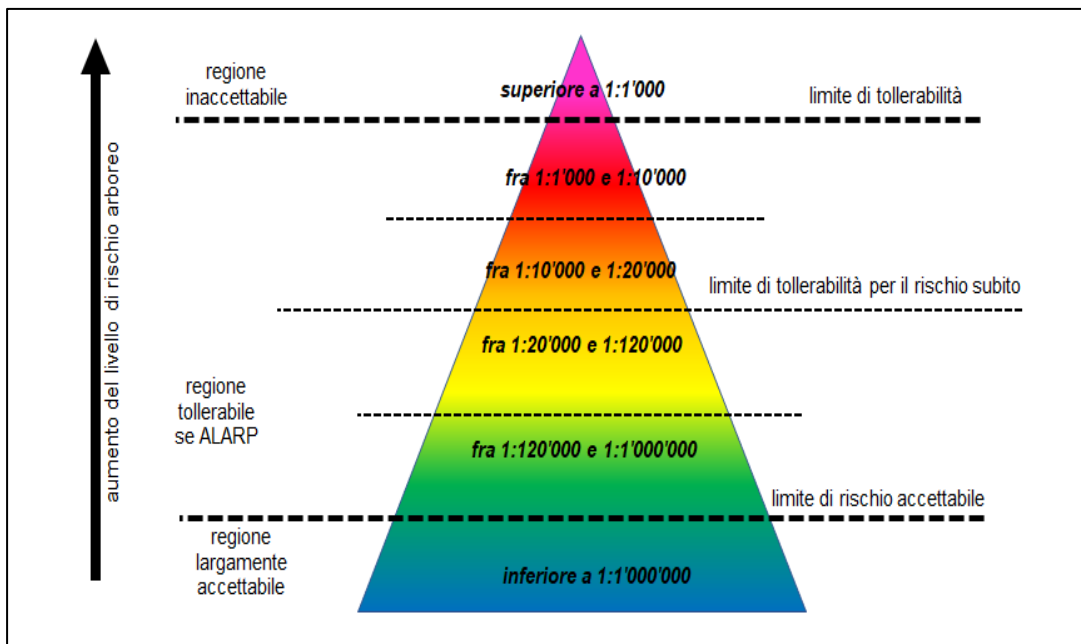
CLASSE IMPULSO					
Classe	Ampiezza della classe	Impulso (kgm/s)	Classe	Ampiezza della classe	Impulso (kgm/s)
1	a 1:1 da 1:5	oltre 10'000	5	a 1:5k da 1:50k	da 100 a 500
2	a 1:5 da 1:50	da 5'000 a 10'000	6	a 1:50k da 1:500k	da 50 a 100
3	a 1:50 da 1:500	da 1'000 a 5'000	7	a 500k da 1M	<50
4	a 1:500 da 1:5k	da 500 a 1'000			

#### 4.5 Valutazione del Rischio Arboreo (R)

L'attribuzione nella corrispondente classe di merito delle tre variabili compositive del rischio determina una terna di valori, il prodotto dei quali costituisce il valore, in termini di probabilità, del rischio di danno atteso.

$$\text{Rischio} = \text{Pericolosità} \times \text{Bersaglio} \times \text{Impulso}$$

Una volta definito il valore di rischio, esso è confrontato ricorrendo alla metodologia ToR di tollerabilità del rischio, che rappresenta la capacità del Gestore di accettare il rischio intrinseco al mantenimento dell'albero, costruita al fine di evidenziare i comportamenti da assumere. Nella regione del tollerabile si distingue una tollerabilità limitata ad alcune condizioni secondo cui è necessario scegliere la strategia migliore per rendere il rischio sufficientemente basso quanto ragionevolmente realizzabile anche in relazione al rapporto costi-benefici (ALARP – *as low as reasonably practicable* – ovvero la strategia migliore per rendere il rischio sufficientemente basso quanto ragionevolmente realizzabile).



Schema di riferimento per il rischio derivante dal cedimento dell'albero secondo la metodologia **ARETÈ®**.

<b>Livello di Rischio (Rischio di danno)</b>	<b>Giudizio di Rischio (Tollerabilità rischio)</b>	<b>Trattamento del Rischio (Prescrizioni)</b>
> 1:1'000	Inaccettabile	<b>Eliminazione</b> del rischio mediante abbattimento o confinazione
≤ 1:1'000 e > 1:10'000	Valore tollerabile solo in regime di tutela speciale e se comunicato e accettato dai fruitori	<b>Riduzione/eliminazione</b> del rischio condizionata. La conservazione dipende dalla presenza di un regime di tutela speciale (elevato valore estetico-ambientale) dell'albero che deve essere comunicato ai possibili fruitori del bene
≤ 1:10'000 e > 1:20'000	Valore tollerabile per accordo ma inaccettabile se imposto a terzi inconsapevoli	<b>Riduzione</b> del rischio condizionata dal valore estetico-ambientale o affettivo. La conservazione dipende da un <b>ACCORDO CONDIVISO</b> fra gestore e fruitori dell'albero. Il gestore dell'albero deve individuare gli interventi di riduzione del rischio, tenuto conto del valore dell'esemplare
≤ 1:20'000 e > 1:120'000	Tollerabile se ALARP, cioè ragionevolmente praticabile	<b>Controllo</b> del rischio e sua <b>riduzione</b> . Il gestore dell'albero deve individuare gli interventi appropriati di riduzione del rischio. Poiché ci troviamo vicini al limite superiore di tollerabilità (1:20'000), è necessario giustificare l'efficacia di tali misure adottando un piano di monitoraggio intenso
< 1:120'000 e > 1:1'000'000	Tollerabile se ALARP, cioè ragionevolmente praticabile	<b>Controllo</b> del rischio e sua <b>riduzione</b> . Il gestore dell'albero deve confrontare i benefici degli interventi di riduzione del rischio, finalizzati alla conservazione dell'albero con l'impegno in termini sia di costo dei medesimi, che di perdita dei benefici derivanti dall'eventuale cedimento
≤ 1:1'000'000	Largamente accettabile	<b>Revisione periodica</b> del rischio

Fasce di Tollerabilità del Rischio nel metodo Aretè® e criteri di trattamento del rischio utili per definire le azioni da perseguire

## 5. QUADRO CONOSCITIVO.

### 5.1 Quadro normativo

Il sito di radicazione degli alberi, dal punto di vista normativo, è così caratterizzato:

- sotto il profilo storico, paesaggistico e ambientale ricade, nell'intorno del lago Caraietta, nelle aree soggette all'ambito di applicazione del D.Lgs. 22 gennaio 2004 n. 42, Titolo III - vincolo paesaggistico, art. 142 lett. b);
- riguardo al vincolo idrogeologico, il tratto sotto monte in loc. Le Macine è soggetto all'ambito di applicazione del R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267.



*Sopra: Immagine aerea con l'infrastruttura evidenziata in rosso.*

## 5.2 Descrizione della stazione

La stazione è situata ad un'altitudine media di 12 m sul livello del mare e una distanza dalla costa di circa 4 km. L'intorno ambientale è caratterizzato in parte da campagna aperta, in parte da fabbricati e vegetazione arborea che non eccedono i 15 metri di altezza, caratteristiche che permettono di definire il sito di vegetazione degli alberi esposto ai venti e non soggetto a turbolenze.

L'alberata stradale è contraddistinta da un doppio filare discontinuo di tiglio, con nuovi impianti di farnia fastigiata (*Quercus robur* L. cv. *fastigiata*) nel centro abitato non soggetti a valutazione. Gli alberi oggetto dell'indagine sono complessivamente n. 63.

Il sito di radicazione è caratterizzato da poste, buche nell'asfalto o banchina stradale. Il terreno si presenta da pianeggiante a inclinato, più o meno profondo, di moderata fertilità e permeabilità, privo di fenomeni di erosione superficiale. Conflitti con manufatti a livello della chioma sono identificabili nei manufatti, nella pubblica illuminazione e nelle linee elettriche o telefoniche, mentre a livello dell'apparato radicale tali conflitti sono determinati da cordoli, pavimentazioni e sottoservizi per cui, nel complesso, è possibile attribuire al sito di vegetazione un giudizio da buono a mediocre mentre al sito di radicazione un giudizio da mediocre a scadente.

L'età cronologica degli alberi è stimata in circa 80-90 anni. La determinazione dell'età cronologica non riveste alcuna importanza nell'ambito della valutazione di stabilità integrata, mentre la comprensione dell'età fisiologica contribuirà ad individuare le cure colturali più opportune da adottare per la gestione degli alberi. I tigli possono essere ricompresi nello stadio adulto, modificato da interventi di capitozzatura intensa e ripetuta che ne hanno indotto uno stato di resilienza.

## 5.3 Il rilievo

Il rilievo delle caratteristiche dendrometriche di ciascun albero è stato eseguito con un cavalletto dendrometrico o una rotella metrica per la misura del diametro, con un ipsometro per la misura dell'altezza e, se necessario, con un inclinometro per la misura dell'inclinazione del fusto. Per le indagini preliminari rivolte alla stima dello sviluppo del decadimento interno del legno sono stati utilizzati il martello di gomma dura e il dendroendoscopio, mentre per le indagini approfondite un tomografo sonico Picus® a 12 sensori e un tomografo elettrico Picus® Tree Tronic a 24 sensori. I referti delle indagini strumentali sono contenuti in allegati specifici.

## 5.4 Anamnesi

Alberi di modesto valore ecologico, che vanno a costituire un filare ormai molto discontinuo, soprattutto al di fuori del centro abitato.

L'apparato radicale è in genere non visibile. Dall'analisi del terreno all'interno della zona di rispetto assoluto (area all'interno di una circonferenza di raggio pari a una volta e mezzo il diametro del fusto misurato a petto d'uomo) non sono emersi, salvo qualche eccezione, chiari segni, sintomi di difetti o alterazioni direttamente o indirettamente connessi a potenziali cedimenti per ribaltamento della zolla radicale, rottura delle radici o perdita di coesione dell'apparato radicale con il terreno. Tuttavia, l'apparato radicale è una porzione non visibile e non può essere valutato direttamente a meno di complesse indagini, seppur limitate, attraverso la deframmentazione del terreno con idonea strumentazione, per cui la valutazione della pericolosità si basa su informazioni di tipo indiretto con un margine di incertezza che dipende dalla specie in esame, dalle dimensioni dell'albero, dalla morfologia e dalle proprietà meccaniche ipotizzabili della zolla radicale. Il ribaltamento della zolla radicale e la rottura delle radici determinata da processi di carie radicale rappresentano alcune delle probabili forme di cedimento dei tigli della Sarzanese. L'assenza di una procedura di certificazione degli scavi non permette di delineare i potenziali danni che possono aver subito gli alberi, incrementando la complessità dell'indagine. Dall'analisi delle immagini rintracciabili su Google® Street View® riprese a novembre 2022, è stato possibile ipotizzare l'entità degli scavi per la realizzazione della fognatura e, talvolta, la distanza dal colletto. Nelle immagini seguenti è riportato il caso dell'albero S123, il cui scavo ha interessato la zona di rispetto assoluto dell'albero fino al colletto, con ripercussioni nei riguardi della stabilità non chiaramente definibili nell'immediato, ma certamente gravi nel breve periodo. Il taglio delle radici all'interno della zona di rispetto assoluto





è, difatti, un difetto grave che può favorire il cedimento dell'albero, oltre a indurre uno stato di deperimento e a facilitare l'infezione di agenti patogeni. Dal punto di vista diagnostico, la prova di trazione controllata è, nella quasi totalità dei casi, impraticabile per l'evidenza di processi di carie in stadio avanzato a livello del castello e della ramificazione, mentre l'analisi dinamica e vibrazionale possono fornire indicazioni nei riguardi della risposta dinamica sotto l'azione del vento ma necessitano di raffiche di vento di almeno 45 km/h, con un periodo di campionamento di almeno due ore. L'unica alternativa perseguibile e ragionevolmente valida nell'immediato per il monitoraggio della stabilità radicale è rappresentata dal controllo periodico dell'inclinazione, le cui misurazioni possono essere eseguite a cadenza variabile da mensile a trimestrale e, comunque, dopo ogni evento atmosferico rilevante.

Il colletto mostra forme coerenti con l'età fisiologica di ciascun individuo, con aree funzionali inattive determinate da potenziali alterazioni morfologiche e fisiologiche dell'apparato radicale. Alcuni alberi manifestano cordoni o contrafforti molto sviluppati, che fanno supporre la presenza di processi di carie in risalita dall'apparato radicale. In altri casi il colletto è difficilmente ispezionabile per la presenza di uno strato di polloni radicali la cui massa legnosa raggiunge, una volta tagliati, anche i 40 cm di altezza. Le analisi a percussione con martello di gomma sulle porzioni ispezionabili da terra e le prove alla penetrazione con il dendroendoscopio hanno spesso evidenziato segni, sintomi di difetti e alterazioni attribuibili a processi di decadimento del legno ad opera di funghi agenti della carie. Sono stati pertanto eseguiti approfondimenti



diagnostici mediante tomografia sonica ed elettrica. L'integrazione della tomografia elettrica rispetto alla sonica permette di rilevare processi di carie in stadio incipiente che non hanno ancora alterato la capacità di resistenza meccanica del legno, oltre a processi di decadimento in risalita dall'apparato radicale centrale o fascicolato.

Anche il tronco mostra caratteri coerenti con le specie e lo stadio fisiologico, con difetti riconducibili a ferite determinate da urti, processi di carie desunti dalla presenza di carpofori o dall'evidenza di cavità aperte.

Il castello ove presente, ha poco frequentemente manifestato difetti rilevanti, le anomalie rilevate all'inserzione delle branche codominanti quali l'inserzione stretta con corteccia inclusa, le aree funzionalmente inattive o subsidenze, possono essere contenute attraverso l'adozione di sistemi di consolidamento. Frequenti sono invece apparsi i processi di carie favoriti da sbrancamenti pregressi o in discesa dalle branche, in vari stadi di sviluppo.

Le branche sono state ripetutamente capitozzate a diversi livelli e manifestano processi di carie in vari stadi di sviluppo, con cavità aperte, bicchieri e, talvolta, carpofori di funghi agenti della carie del legno. La ramificazione è costituita da sostituti ortotropi e plagiotropi di origine traumatica che si sono originati da gemme avventizie, la cui inserzione è debole.

Le chiome si presentano spalcate, con forme da regolari ad asimmetriche in relazione alla compressione laterale indotta da manufatti o dalle chiome degli alberi codominanti, con poco secco interno di origine fisiologica e un grado di trasparenza da basso a moderato, tale da evidenziare un vigore da buono a modesto, salvo pochi casi.

### ***Descrizione del bersaglio***

Per la definizione del livello di rischio sono stati infine valutati l'impulso, ovvero il fattore di danno, e la vulnerabilità dell'area di potenziale caduta degli alberi, attraverso il rilievo dei bersagli fissi e di indagini conoscitive nei riguardi del passaggio di pedoni e del tasso di occupazione.

Riguardo il fattore di danno si rimanda alle schede di valutazione che contengono l'algoritmo dell'impulso.

Le indagini conoscitive nei riguardi della vulnerabilità hanno definito il medesimo bersaglio in caso di cedimento per l'intero albero e per la ramificazione. Il bersaglio più probabile è rappresentato dal traffico veicolare, compatibile con la classe 1 (oltre 12193 veicoli al giorno alla velocità di 50 km/h).

Di seguito il quadro riepilogativo delle prescrizioni colturali e valutative. Le schede di rilevamento del rischio con metodo ARETE<sup>®</sup> per la valutazione di stabilità degli alberi sono riportate nell'allegato 1.

ID	PRESCRIZ COLT	PRESCRIZ VALUTATIVE	NOTE
S001	potatura di risanamento (selezione dei leader, diradamento rami sovrannumerari sulle teste, taglio di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, eliminazione rami secchi e sfoltimento riscoppi)	valutaz ordinaria	0
S002	potatura di risanamento (selezione dei leader, diradamento rami sovrannumerari sulle teste, taglio di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, eliminazione rami secchi e sfoltimento riscoppi)	valutaz ordinaria	0
S009	potatura di risanamento (selezione dei leader, diradamento rami sovrannumerari sulle teste, taglio di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, eliminazione rami secchi e sfoltimento riscoppi)	valutaz ordinaria	0
S010	potatura di risanamento (selezione dei leader, diradamento rami sovrannumerari sulle teste, taglio di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, eliminazione rami secchi e sfoltimento riscoppi)	valutaz ordinaria	0
S011	potatura di risanamento (selezione dei leader, diradamento rami sovrannumerari sulle teste, taglio di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, eliminazione rami secchi e sfoltimento riscoppi)	valutaz ordinaria	0
S012	potatura di risanamento (selezione dei leader, diradamento rami sovrannumerari sulle teste, taglio di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, eliminazione rami secchi e sfoltimento riscoppi)	V. avanzata + tomografia al colletto	eseguita tomografia elettrica
S013	progettazione e realizzazione di consolidamento	valutaz ordinaria	eseguita tomografia sonica
S016	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia elettrica
S017	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S018	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia elettrica

S021	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia sonica ed elettrica
S022	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia sonica ed elettrica
S025	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S026	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S027	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S028	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S029	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia sonica ed elettrica
S030	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia sonica ed elettrica

S031	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S032	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia sonica ed elettrica
S033	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S037	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S045	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S048	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S054	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S056	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0

S059	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	rimuovere edera da castello per permettere la valutazione
S061	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S065	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	0
S066	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S069	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S070	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S073	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S081	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovrannumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0

S084	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S086	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	eseguita tomografia sonica
S087	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	V. avanzata + tomografia al colletto	Eseguita tomografia sonica ed elettrica
S088	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S089	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S092	0	valutaz ordinaria	0
S094	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S095	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S101	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	sprofondamento asfalto

S102	0	valutaz ordinaria	spfondamento asfalto, eseguita tomografia sonica
S106	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	spfondamento asfalto
S107	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	spfondamento asfalto
S108	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S109	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S110	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S111	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S112	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	0
S114	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	eseguita tomografia sonica

S115	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	0
S116	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	0
S118	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S120	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	eseguita tomografia sonica
S121	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0
S122	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	controllo inclinazione	Scavi nella ZRA nel 2022 - eseguita tomografia sonica
S123	abbattimento con sostituzione nel sito di vegetazione	0	scavi nella ZRA eseguiti nel 2022 - eseguita tomografia sonica
S126	potatura di mantenimento (selezione dei leader, ritorni sui laterali, diradamento rami sovranumerari o male inseriti, rimonda secco, riduzione rami squilibranti, eventuale spollonatura e taglio rami accessori)	valutaz ordinaria	0



## 6. QUADRO DIAGNOSTICO

La procedura di valutazione del rischio arboreo che è stata adottata in questo lavoro impone, visti i rilevanti benefici ambientali che forniscono gli alberi e, quindi, il valore ecologico complessivo, di adottare un approccio conservativo alla gestione del filare. Garantire la totale sicurezza, ovvero l'assenza di rischio, non è possibile, il rischio difatti è connaturato all'attività umana e deve essere valutato razionalmente e gestito ragionevolmente, quindi accettato. Mettere in sicurezza il soprassuolo significa non accettare quel rischio ed abbattere tutti gli alberi che interferiscono con l'attività umana, ovvero adottare il principio di precauzione. Per godere dei benefici che ci conferiscono gli alberi occorre pertanto accettare un certo livello di rischio, che dovrà essere ragionevolmente basso e tale da essere praticabile. Il fatto che il rischio sia basso non significa che l'evento dannoso non si verificherà mai, ma solo che la probabilità congiunta del verificarsi di un evento potenzialmente dannoso e il verificarsi del danno è ritenuta ragionevolmente bassa e quindi accettabile. Tale obiettivo può essere perseguito attraverso l'individuazione di ragionevoli interventi di riduzione e controllo del rischio.

### 6.1. Riepilogo dei risultati dei rilievi

Riguardo l'analisi della propensione al ribaltamento della zolla e/o alla rottura delle radici, sono stati prescritti, sugli individui che mostravano sospetti segni e/o sintomi di difetti a livello dell'interazione tra il terreno e l'apparato radicale, approfondimenti diagnostici mediante analisi dinamica e vibrazionale finalizzati alla stima della capacità di ancoraggio dell'apparato radicale al terreno. Sugli alberi caratterizzati da un'inclinazione significativa, protetti dal vento o che hanno subito modifiche stazionali, è stato prescritto ed adottato il monitoraggio periodico dell'inclinazione, le cui schede sono riportate nell'allegato 3. Nelle situazioni non chiaramente definibili allo stato attuali per l'evidenza di scavi all'interno della zona di rispetto assoluto ma le cui conseguenze nel breve periodo saranno gravi, la valutazione si è mantenuta incerta.

A livello del colletto non sono mai state evidenziate gravi criticità; il difetto più comune è rappresentato dalla presenza di ferite con legno scoperto disfunzionale, aree funzionali inattive che possono essere connesse ad alterazioni morfologiche e fisiologiche dell'apparato radicale. Situazioni di incertezza hanno comportato, per meglio delineare il quadro diagnostico, il ricorso ad indagini diagnostiche mediante tomografia sonica ed elettrica. Dall'analisi dei referti non sono mai emerse, per velocità del vento coerenti con quelle di progetto, gravi criticità nei riguardi della probabilità di cedimento per sollecitazioni di tipo flessionale.

Il fusto non ha mai mostrato gravi criticità, i processi di decadimento appaiono in stadio da iniziale a intermedio, mentre le ferite determinate da urti mostrano legno scoperto disfunzionale.

A livello del castello, salvo un caso i cui processi di carie apparivano in stadio molto avanzato, non sono stati rilevati difetti significativi, con qualche situazione poco definibile, quindi

di incertezza, la cui adozione di sistemi di consolidamento permetterà di ridurre il rischio ad un livello ragionevolmente accettabile.

La ramificazione ha talvolta mostrato criticità significative favorite dalle intense e ripetute capitozzature che si sono susseguite negli anni, ovvero processi di carie in apparente stadio da iniziale ad intermedio. Poco è risultato il secco presente all'interno delle chiome, salvo qualche caso isolato che manifesta evidenti segni e sintomi di deperimento vegetativo.

Dall'analisi del rischio sono emerse diverse situazioni di inaccettabilità, gli interventi colturali prescritti permetteranno, in qualche caso, la riduzione del livello di rischio all'interno della soglia di tollerabilità; negli altri casi è prescritto l'abbattimento. Il livello rischio inaccettabile degli alberi per i quali sono emerse situazioni di incertezza a livello dell'apparato radicale non può essere ridotto, e potranno essere adottati intervalli di monitoraggio ristretti attraverso il controllo dell'inclinazione o facendo ricorso ad indagini diagnostiche più approfondite.

Riguardo i tempi di monitoraggio, i ricontrolli visivi e/o strumentali finalizzati a valutare l'evoluzione dei difetti strutturali nel tempo sono riportati nell'estratto delle schede da pag. 18 a pag. 24, nonché nelle singole schede di rilevazione di cui all'Allegato 1. Il monitoraggio dell'inclinazione, se non specificato, si intende stagionale, ovvero da rilevare almeno quattro volte all'anno o, comunque, al verificarsi di un evento atmosferico intenso. Laddove la valutazione del rischio è stata eseguita ad un livello speditivo, i tempi per l'esecuzione degli interventi colturali e per i ricontrolli dovranno essere definiti dal gestore in relazione al livello di rischio.

Riguardo i tempi di monitoraggio dei sistemi di consolidamento, occorre far riferimento alla documentazione predisposta dal tecnico incaricato della progettazione o dall'esecutore dell'opera. In mancanza di tali documenti è opportuno consultare il manuale di utilizzo dei dispositivi, che di solito prevedono un controllo annuale da terra finalizzato a verificare eventuali anomalie del cablaggio dei cavi ed eventuali controlli biennali o triennali in quota. Il materiale utilizzato gode in genere di una garanzia rilasciata dai produttori di 8 anni, ultimamente estesa a 12 anni, anch'essa rintracciabile nella documentazione progettuale o nel manuale di utilizzo.

## **7. CONSIDERAZIONI E APPROFONDIMENTI CONCLUSIVI**

La valutazione integrata dell'albero rappresenta uno strumento di gestione essenziale per definire la possibilità o meno dell'adozione di opportune cure e interventi colturali, oltre ad un adeguato intervallo di monitoraggio, tali da contenere il rischio entro un livello tollerabile e, quindi, ragionevolmente accettabile.

## **7.1. Cure colturali**

Gli alberi nel corso della loro vita devono essere sottoposti ad un programma di potatura finalizzato a prevenire l'insorgenza di problemi di carattere strutturale che possono determinare cedimenti. Tali interventi differiscono tra le singole specie in relazione allo stadio di sviluppo in cui si trovano e devono essere progettati per ciascun individuo in relazione alle sue esigenze. L'esecuzione delle cure colturali sugli alberi deve pertanto essere riservata ad operatori opportunamente formati nel campo dell'arboricoltura, che sono in grado di distinguere lo stadio fisiologico dell'albero e i difetti di varia natura. Di seguito vengono descritte le linee guida generali per la potatura dei tigli allo stadio fisiologico rilevato negli esemplari oggetto dell'indagine. L'esecuzione di interventi diversi da quelli prescritti non è corretta, possono determinare un peggioramento delle condizioni di stabilità dell'albero e comportano la decadenza dei termini di validità della perizia.

Gli alberi soggetti a potature intense e ripetute devono essere soggetti a potatura di risanamento, consistente nella selezione dei rami più vigorosi e meglio inseriti, nel diradamento dei rami in sovrannumero sulle teste, nei tagli di ritorno a tutta cima sui getti rimanenti, nello sfoltimento dei riscoppi e nella rimonda del secco. Nelle situazioni in cui emergono rilevanti criticità, l'abbattimento può essere differito andando ad eseguire una potatura di stabilizzazione, consistente nella riduzione della chioma praticando tagli anche di dimensioni significative.

I consolidamenti prescritti dovranno essere progettati da un tecnico abilitato e con comprovata esperienza nell'ambito della moderna arboricoltura. L'installazione del sistema di consolidamento deve essere eseguita da operatori specializzati e opportunamente formati, meglio se in possesso della certificazione ETW (European Tree Worker) o ETT (European Tree Technician) rilasciate dalla European Arboriculture Council (EAC), che attesta le capacità professionali e le competenze in materia.

## **7.2. Monitoraggio**

Per la conservazione e la gestione di un albero è necessario predisporre un programma di monitoraggio al fine di verificare, nel tempo, l'evoluzione dei parametri di valutazione.

L'intervallo di monitoraggio è riportato sulla scheda di valutazione e sulle considerazioni conclusive, dipende dal livello di rischio dell'albero ma tiene anche di conto in modo differenziato del valore dell'albero, delle condizioni vegetative e fitosanitarie, della vitalità e dell'aspettativa di vita, della percezione del rischio del committente. Tale intervallo è prescrittivo ma, una volta impostato il ricontrollo, è possibile allungare i tempi di monitoraggio qualora non si manifesti un'evoluzione delle difettosità tale da giustificare tempi contenuti. Il ricontrollo può avvenire attraverso l'aggiornamento della scheda di valutazione o con una rivalutazione anche più avanzata, integrata da referti di eventuali indagini diagnostiche, se le condizioni di stabilità lo richiedono.

Nell'intervallo tra due valutazioni, il proprietario o gestore a qualsiasi titolo dell'area è tenuto a porre attenzione alle modificazioni delle condizioni dei siti di radicazione e di vegetazione, all'inclinazione del tronco e delle branche, ai movimenti del terreno e fessurazioni in prossimità del colletto, al sollevamento o sprofondamento della zolla radicale, alla presenza di carpofori fungini, agli ingrossamenti del fusto, alle perdite di vigore o clorosi della chioma, a danni meccanici di vario genere.

Resto a disposizione per ulteriori chiarimenti e approfondimenti.

In fede.

dottore forestale Emiliano Sanfilippo

A handwritten signature in black ink is written over a circular professional stamp. The stamp contains the text: "DOTTOR AGRONOME DOTTOR FORESTALE", "Dottore Forestale", "EMILIANO SANFILIPPO", and "n. 817". The outer ring of the stamp also contains the text "LIVORNO - PISA - LIVORNO".

**ALLEGATI:**

- Allegato 1: Schede di rilevazione degli alberi
- Allegato 2: Referto analisi strumentali mediante tomografia sonica ed elettrica
- Allegato 3: Schede monitoraggio inclinazione

## 8. Bibliografia di riferimento.

ARBORETE, a cura di Sani L., 2020 – *Valutazione e gestione del rischio arboreo – Manuale Operativo - anichelli*

BINI S., CALVETTI R., CASENTINI C., DELLA CORTE A., DI BONO C., DI BONO M. NESTI D., PECCHIOLO F., PESAGLIANI A., PIRCHIO M., SEGATO S., VANNACCI M., 2009 – *Tipologie di potatura del pino, fattori determinanti e relativi problemi*. Arbor, 26: 5-10.

Brudi E., 2002 – *Trees and static: an introduction*. Arborist news 11: 28-33.

Consiglio Nazionale delle Ricerche, 2009 – *Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni*.

DRENOU, C., 2016 – *Di fronte agli alberi* – Il Verde Editoriale

Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 2010 – *UNI EN 1991-1-4:2010 Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento*.

Gardiner B., Peltola H., Kellomaki S., 2000 – *Comparison of two model for predicting the critical wind speed required to damage coniferous tree*. Ecological Modelling 129: 1-23

Hale, S.E., B.A. Gardiner, A. Wellpott, B.C. Nicoll, and A. Achim. 2010. *Wind loading of trees: Influence of tree size and competition*. European Journal of Forest Research 131(1):203–217

HALLE' F. 2004 – *Architecture de plantes* – JPC Edition, Montpellier

Huang Y-S, Hsu F-L, Lee C-M, Juang J-Y. 2017 - *Failure mechanism of hollow tree trunks due to cross-sectional flattening*. Royal Society Open Science

James, K. R., 2010. *A dynamic structural analysis of trees subject to wind loading*. PhD thesis, Melbourne School of Land and Environments, The University of Melbourne.

James, K.R., C. Hallam, and C. Spencer. 2013. *Measuring tilt of tree structural root zones under static and wind loading*. Agricultural and Forest Meteorology 168 (January):160–167

La Marca O., 2004 – *Elementi di dendrometria*. Patron editore

Lobis V., Brudi E., Maresi G. Ambrosi P., 2002 – *Valutazione della stabilità degli alberi. Il SIA (Static Integrated Assessment) e il metodo SIM (Static Integrated Method)*. Scherwood 78: 41-46

Mattheck C., Breloer H., 1998 – *La stabilità degli alberi. Fenomeni meccanici e implicazioni legali dei cedimenti degli alberi*. Il Verde Editoriale

MILLET J. 2012 – *L'architecture des arbres des régions tempérées . Son Histoire, ses concepts, ses usages* – Editions Multimondes, Ville de Quebec

Moore, J.R., and D.A. Maguire. 2005. *Natural sway frequencies and damping ratios of trees: Influence of crown structure*. Trees-Structure and Function 19(4):363–373.

MORELLI G., 2017 – *Legami inscindibili* – Acer 2/2017

MORELLI G., RAIMBAULT P., 2011 – *Il pino domestico - un cittadino sconosciuto*. Acer, 3: 20-30.

Niklas KJ, 2014 – *Basi di biomeccanica degli alberi*. Italus Hortus 21(2):67-78.

Niklas KJ., Spatz HC., 2012 – *Plant Physycs* . The University of Chicago Press

Peltola H., Kellomaki S., 1993 – *A mechanistic model for calculating windthrow and stem breakage of Scots pines at stand edge*. Silva Fennica 27: 99-111.

RAIMBAULT P., 1996 – *La gestione dell'albero in città*. Atti delle giornate di Verbena, Sanremo.

Rinn, F., 2011 – *Basic aspects of mechanical stability of tree cross-sections*. Arborist news 20: 52-54

Rinn, F. 2013 – *Shell-wall thickness and breaking safety of mature trees*. Western Arborist 39: 14-18.

Rust S., Goecke L., 2015 - *Correlation of wind speed and root plate tilt of trees in urban environment* - Conference Paper · August 2015

Rust S., L.Goecke, Ruhl F. 2018 - *Assessing the Anchorage and Critical Wind Speed of Urban Trees using Root-Plate Inclination in High Winds* – Arboricoltura & Urban Forestry 44 – January 2018

Rust S., L.Goecke, A. Detter 2019 - *Wind Tipping Curves – Assessing the Anchorage and Wind Load of Urban Trees by Motion Monitoring* - Conference Paper · October 2019

SANFILIPPO E., 2020 – *Stima del fattore di sicurezza alla rottura del tronco di una sezione indagata mediante tomografia sonora* - Arbor 3–2020: 5-16

SANI L., 2017 – *Statica delle strutture arboree*. GIFOR.

SANI L., BLOTTA V., FRONTINI R., SANFILIPPO E., 2020 – *L'inclinazione dell'albero, questa sconosciuta. Significato e metodologie di rilievo*. Sherwood 245: 37-42.

SCHWARZE F.W.M.R., 2008 – *Diagnosi e prognosi dello sviluppo del decadimento del legno degli alberi in città*. ARICOCCHI.

SMILEY E.T., MATHENY N., LILLY S., 2010 – *Norme di buona pratica – valutazione del rischio connesso alla presenza di alberi* - SIA

Sterken, P., 2005 – *A guide for tree-stability analysis*.

Viola E., 2001 – *Fondamenti di dinamica e vibrazione delle strutture – volume primi: sistemi discreti* – Pitagora editrice