

Comune di Bellano

Esito Prove di Trazione controllate eseguite su 8 esemplari arborei



Monitoratore:

Matteo Pozzi
Dottore Forestale

Daniele Pecollo
Dottore Forestale ed Ambientale
ETT Certificato - QTRA Certificato

Analisi eseguite in data 17-18 marzo 2022



Premessa

La presente perizia contiene i risultati con **prova di trazione controllata**.

Le analisi tengono conto delle problematiche evidenziate durante i controlli VTA.

Il presente documento risulta così strutturato:

- materiali e metodi;
- considerazioni generali;
- risultati: report della prova di trazione
- interventi

Materiali e Metodi

PROVA DI TRAZIONE

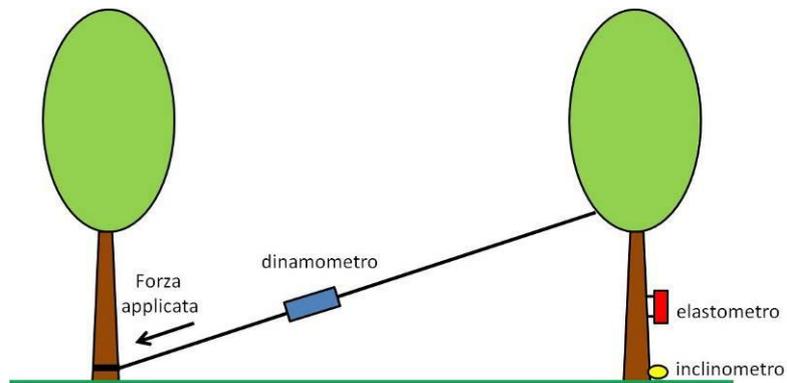
La prova di trazione controllata (pulling test) è una procedura di valutazione della stabilità di un albero finalizzata a determinarne, con la minore approssimazione possibile, la probabilità di cedimento ipogeo (ribaltamento della zolla radicale).

La prova di trazione controllata consiste in tre fasi sequenziali:

- fase 1: sollecitazione meccanica indotta artificialmente in campo;
- fase 2: analisi delle condizioni di ventosità del sito (wind analysis);
- fase 3: elaborazione dei dati, mediante “confronto” tra la fase 1 e la fase 2.

La prima fase (fase 1 - prova meccanica in campo) consiste nel sottoporre l'albero ad una trazione semistatica controllata, per mezzo di un paranco manuale collegato ad un punto di ancoraggio fisso (solitamente un altro albero). Durante questa fase si misurano quindi i seguenti parametri:

- forza applicata, mediante **dinamometro** posizionato sulla fune di tiro;
- inclinazione della zolla radicale, misurata mediante **inclinometri** posizionati in prossimità del colletto;
- dove necessario sono stati applicati **elastometri** lungo il fusto.



Al fine di non danneggiare la capacità di resistenza meccanica dell'albero, la sollecitazione esercitata viene comunque sempre contenuta entro limiti di sicurezza prefissati.

La fase successiva (fase 2 - analisi del vento) consiste nella valutazione dei parametri di ventosità specifici del sito di crescita dell'albero, effettuata secondo la norma tedesca DIN e tenendo conto dei seguenti parametri:

- contesto (zona costiera, zona rurale, zona periurbana o zona urbana);
- fattori di turbolenza del vento;
- fattori di protezione sulla pianta;
- velocità massima progettuale del vento (30 m/s pari a 108 km/h);
- velocità massima progettuale delle raffiche.

È bene però precisare che tali parametri, essendo riferiti allo specifico sito di crescita di ciascun albero sottoposto a prova di trazione, non possono essere noti con certezza, ma sono in realtà stimati sulla base di dati di ventosità più generali (centraline meteorologiche, dati ARPA, ecc.) e dell'esperienza del valutatore, cercando di mantenersi in condizioni di maggior sicurezza.

Pertanto, i risultati desunti dalla loro applicazione devono essere considerati come una grandezza di riferimento delle più probabili condizioni in cui l'albero si trova.

L'ultima fase dell'analisi (fase 3 - confronto) consiste nel calcolare l'effetto incognito sulla pianta provocato dal vento, sulla base della seguente proporzione:

$$\text{forza applicata (fase 1) : parametri misurati (fase 1) = sollecitazione del vento (fase 2) : effetto del vento (incognita X)}$$

In realtà, dal punto di vista matematico, ciò viene fatto mediante l'approntamento di un'analisi modellistica più complessa, applicando la seguente formula:

$$M_{rib} = \sum_i (F_{wi} * H_i) \text{ dove: } F_{wi} = \frac{1}{2} * \rho * C_d * A_i * v_i^2$$

dove M_{rib} è il momento ribaltante critico, F_w è la spinta del vento, H_i è l'altezza lungo la chioma, ρ è la densità dell'aria, C_d è il coefficiente aerodinamico della chioma, A è la sua superficie di esposizione e v la velocità progettuale del vento.

Il grafico prodotto dal software è relativo alla **“propensione al cedimento per ribaltamento della zolla”** e cioè l'andamento delle relazioni tra forza del vento e deformazione della zolla radicale (schiacciamento e sollevamento), fino al punto di cedimento meccanico; i dinamometri invece misurano l'allungamento a trazione o l'accorciamento a compressione delle fibre relative alla **“propensione al cedimento per rottura del fusto”**.

Il valore frutto dell'elaborazione modellistica viene quindi confrontato con un fattore di sicurezza preimpostato (pari almeno ad 1), che tiene conto delle possibili variabili stagionali (diverso contenuto di umidità nel suolo, diversa densità del fogliame, diversa ventosità del sito, ecc.).

I risultati vengono quindi resi in una forma grafica, in cui sono presenti tre campiture colorate di facile lettura:

- **area verde** (prova superata): valori al di sopra del fattore di sicurezza 1,5;
- **area grigia** (prova dubbia): valori compresi tra il fattore di sicurezza 1,5 e il fattore 1,0;
- **area rossa** (prova non superata): valori al di sotto del fattore di sicurezza 1,0.

Quanto maggiore è il fattore di sicurezza, tanto minore sarà quindi la probabilità di cedimento meccanico dell'albero oggetto di analisi.

Considerazioni Generali

Con la prova di trazione si è dimensionata la superficie velica della chioma e si è valutato l'effetto del vento "locale" su di essa, calcolando i fattori di sicurezza al ribaltamento (cedimento dell'ancoraggio radicale).

Le misure effettuate hanno permesso, mediante il posizionamento dei sensori (inclinometri), di studiare dal punto di vista fitostatico l'albero, sollecitandolo nella loro direzione preferenziale di sbilanciamento della chioma.

Relativamente ai fattori descrittivi della chioma, il software ha permesso di dimensionarne la superficie velica e di localizzarne il baricentro,

La procedura di "wind analysis" ha quindi simulato l'effetto del vento "locale" su tale struttura velica, valutando nel caso in esame le sollecitazioni sull'apparato radicale (verifica al ribaltamento).

Attribuzione della Classe di Pericolosità

Al termine delle analisi è attribuito un giudizio di stabilità sull'albero: esso sarà espresso compiutamente con l'attribuzione ad una ***categoria di propensione al cedimento***. Questa possiede valore legale e funziona come una "certificazione" rilasciata dal professionista monitoratore al proprietario dell'albero, nell'intento comune di utilizzare le migliori tecniche conosciute, compatibilmente con le caratteristiche del soprassuolo analizzato, per controllare e gestire il rischio di caduta degli alberi.

È necessario fare subito chiarezza sulle terminologie corrette, a volte invece impropriamente utilizzate:

- Pericolosità (P): parametro che esprime la probabilità che una pianta o una sua parte possa andare incontro ad un cedimento;
- Vulnerabilità (V): parametro che esprime la sensibilità del bersaglio circostante a una pianta (articolato sua volta nella possibilità di essere colpito e nelle relative conseguenze);
- Rischio (R): parametro di sintesi tra pericolosità e vulnerabilità che esprime la probabilità che l'evento pericoloso, avverandosi, possa arrecare danni ai bersagli circostanti

Il metodo V.T.A. è finalizzato esclusivamente all'individuazione, valutazione e quantificazione, nel miglior modo possibile e secondo classi predefinite, del pericolo fitostatico. L'utilizzo di questo metodo, oltre che nei capitolati di diverse amministrazioni pubbliche, è previsto nel Protocollo SIA, che costituisce il documento di riferimento della più importante e partecipata associazione di arboricoltori in Italia (Sia – sezione italiana della International Society of Arboriculture).

Il V.T.A., introdotto a seguito degli studi del tedesco Mattheck, è un metodo di ispezione visiva degli alberi basato sui principi della biomeccanica.

Al termine delle valutazioni visive e delle analisi strumentali, il giudizio di stabilità è stato espresso mediante l'attribuzione di una "classe di propensione al cedimento", di cui sono di seguito riportate le definizioni condivise con la S.I.A. (Società Italiana di Arboricoltura):

CLASSE A (pericolosità trascurabile)

Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, non manifestano segni, sintomi o difetti significativi, riscontrabili con il controllo visivo, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia ridotto.

Per questi soggetti è opportuno un controllo visivo periodico, con cadenza stabilita dal tecnico incaricato, comunque non superiore a cinque anni

CLASSE B (pericolosità bassa)

Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti lievi, riscontrabili con il controllo visivo ed a giudizio del tecnico con indagini strumentali, tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero non si sia sensibilmente ridotto.

Per questi soggetti e' opportuno un controllo visivo periodico, con cadenza stabilita dal tecnico incaricato, comunque non superiore a tre anni. L'eventuale approfondimento diagnostico di tipo strumentale e la sua periodicità sono a discrezione del tecnico.

CLASSE C (pericolosità moderata)

*Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti significativi, riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. **

Le anomalie riscontrate sono tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia sensibilmente ridotto. Per questi soggetti e' opportuno un controllo visivo periodico, con cadenza stabilita dal tecnico incaricato, comunque non superiore a due anni.

L'eventuale approfondimento diagnostico di tipo strumentale e la sua periodicità sono a discrezione del tecnico. Questo avrà comunque una cadenza temporale non superiore a due anni.

Per questi soggetti il tecnico incaricato può progettare un insieme di interventi colturali finalizzati alla riduzione del livello di pericolosità e qualora realizzati, potrà modificare la Classe di pericolosità dell'albero.

**e' ammessa una valutazione analitica documentata.*

CLASSE C/D (pericolosità elevata)

*Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti significativi, riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. **

Le anomalie riscontrate sono tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia drasticamente ridotto.

Per questi soggetti il tecnico incaricato deve assolutamente indicare dettagliatamente

Un'insieme di interventi colturali. Tali interventi devono essere finalizzati alla riduzione del livello di pericolosità e devono essere compatibili con le buone pratiche arboree colturali.

Qualora realizzati, il tecnico valuterà la possibilità di modificare la classe di pericolosità dell'albero.

Nell'impossibilità di effettuare i suddetti interventi l'albero e' da collocare tra i soggetti di Classe D.

**e' ammessa una valutazione analitica documentata.*

CLASSE D (pericolosità estrema)

*Gli alberi appartenenti a questa classe, al momento dell'indagine, manifestano segni, sintomi o difetti gravi, riscontrabili con il controllo visivo e di norma con indagini strumentali. **

Le anomalie riscontrate sono tali da far ritenere che il fattore di sicurezza naturale dell'albero si sia ormai esaurito.

Per questi soggetti, le cui prospettive future sono gravemente compromesse, ogni intervento di riduzione del livello di pericolosità risulterebbe insufficiente o realizzabile solo con Tecniche contrarie alla buona pratica dell'arboricoltura.

Le piante appartenenti a questa classe devono, quindi, essere abbattute.

**e' ammessa una valutazione analitica documentata.*

Limiti della valutazione di stabilità

La valutazione di stabilità è uno strumento indispensabile, insieme alle corrette cure arboricole, per una moderna gestione dei patrimoni arborei. La valutazione di stabilità comporta un intrinseco grado di incertezza connaturato, in maniera incompressibile, alla natura vivente dell'albero e alla ancora limitata conoscenza dei processi naturali che lo interessano, all'incapacità di predire l'intensità degli eventi climatici e le loro conseguenze potenziali sugli alberi. Ogni metodologia di ispezione è da considerarsi limitata e in evoluzione, cioè aggiornabile e rinnovabile sulla base di conoscenze scientifiche, tecniche e tecnologiche che sono in continua evoluzione.

La valutazione di stabilità e la biomeccanica sono discipline relativamente recenti; il valutatore esprime un giudizio disponendo di informazioni limitate nei confronti sia delle condizioni strutturali dell'albero che dell'ambiente in cui vive.

Al fine di poter usufruire dei benefici che gli alberi forniscono all'interno degli spazi urbani, è implicito accettare un certo grado di rischio derivabile dall'impossibilità di predire tutti i fenomeni naturali che possono interessare la pianta.

La valutazione di stabilità ha lo scopo di valutare la pericolosità degli alberi e non il rischio connaturato alla convivenza di alberi e uomini, la cui analisi e valutazione è oggetto di specifiche procedure. E' necessario distinguere ruoli e responsabilità tra le figure coinvolte nella gestione dell'albero: il gestore dell'albero, il valutatore della stabilità e l'arboricoltore che attua le prescrizioni impartite dal valutatore. I piccoli rami o le ramificazioni di modesta importanza non sono oggetto di indagine. Il cosiddetto secco fisiologico può dare origine a distacchi e cedimenti che in qualche modo potrebbero anche essere pericolosi ma sono oggetto degli interventi colturali ordinari delle alberate.

Risultati.

Ogni albero è stato traziato assecondando la sua naturale inclinazione e sbilanciamento della chioma. Come punto di ancoraggio a terra è stato utilizzato un automezzo di peso > 4 ton oppure il colletto di altro albero.

La posizione dei sensori è indicata in riferimento alla direzione di tiro.

Si allegano i Report della Prova di Trazione

Esito Prove di Trazione - Comune di Bellano - marzo 2022

Località	N° albero	Specie	altezza (m)	Vento progettuale	Inclinometri				Esito trazione	Interventi	Classe
					blu (compressione)	giallo (trazione)	rosso (270°)	verde (90°)			
Parcheggio coperto	PN70	Cupressus sempervirens	26	25 m/s	1,37	2,75	1,16	1,36	La prova di trazione NON è stata superata.	L'elaborazione con lo scenario di altezza dell'albero di 20 m consente di riportare i parametri di sicurezza nel campo della piena sufficienza. Eseguire quindi abbassamento in altezza della chioma di 6 m e risagomatura sommitale.	CD
Parcheggio coperto	PN71	Cupressus sempervirens	22	25 m/s	2,21	2,39	1,9	2,18	La prova di trazione è stata superata.	Eseguire quindi abbassamento in altezza della chioma di 4 m e risagomatura sommitale.	C 12 mesi
Parcheggio coperto	PN72	Cupressus sempervirens	21,5	25 m/s	0,84	1,23	0,84	1,16	La prova di trazione NON è stata superata.	Abbattimento per ancoraggio compromesso. Stabilità ingestibile	D
Parcheggio coperto	PN73	Cupressus sempervirens	20,5	25 m/s	3,71	3,41	2,8	3,23	La prova di trazione è stata superata.	Eseguire quindi abbassamento in altezza della chioma di 3 m e risagomatura sommitale.	C 12 mesi
Via Vittorio Veneto	M07	Aesculus hippocastanum	13,8	25 m/s	1,46	10,13	1,71	2,35	La prova di trazione è stata superata.	Potatura di contenimento di riduzione della sagoma di 1,5 m in tutti i lati	C 12 mesi
Parco delle Rimembranze		Pinus strobus	18,2	25 m/s	0,41	0,71	0,77	0,76	La prova di trazione NON è stata superata.	Abbattimento per ancoraggio compromesso. Stabilità ingestibile	D
Parco delle Rimembranze		Picea abies	17	25 m/s	1,86	1,62	1,87	1,91	La prova di trazione è stata superata.		C 12 mesi

Parco delle Rimembranze		Cedrus deodara	22,4	25 m/s	2,05	1,72	2,23	2,7	La prova di trazione è stata superata.		C 12 mesi
----------------------------	--	----------------	------	--------	------	------	------	-----	----------------------------------------------	--	--------------

Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero PN70

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto		Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	<i>Cupressus sempervirens</i>	secondo	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>
Circonferenza del fusto	249 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto	79 cm	Resistenza a compressione	20 MPa
in 1 m di altezza	80 cm	Modulo di elasticità	7350 MPa
Spessore della corteccia	2 cm	Limite di elasticità	0,27 %
Altezza dell'albero	26 m	Densità del legno verde	0,71 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico parcheggio

Analisi dell'area di superficie

26	Base della chioma	1,6 m
25	Altezza effettiva	16,3 m
24	Area della superficie totale	123 m ²
23	Eccentricità della chioma	0,66 m
22		
21		
20		
19		

Parametri strutturali applicati

18	Fattore di resistenza aerodinamica	0,2
17	Frequenza propria	0,32 Hz
16	Diminuzione di smorzamento	0,63
15	Fattore di forma	0,8
14		
13		
12		
11		

Parametri del luogo applicati

9	Zona di vento	D 2
8	Valore della	
7	velocità progettuale del vento	25 m/s
6	Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
5	Categoria di terreno	Mare/costa
4	Esponente profilo del vento	0,12
3	Fattore di prossimità per effetti	
2	del vento vicino al terreno	1
1	Fattore per l'esposizione	1,00
0		

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	13,9 kN	Peso proprio dell'albero	6,6 t
Fattore di reazione alle raffiche	1,89	Livello di cavità critico	84 %
Centro di carico	12,8 m	Spessore della parete critico	6 cm
Momento torcente	17 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	336 kNm	Fattore di sicurezza di base	2,5

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

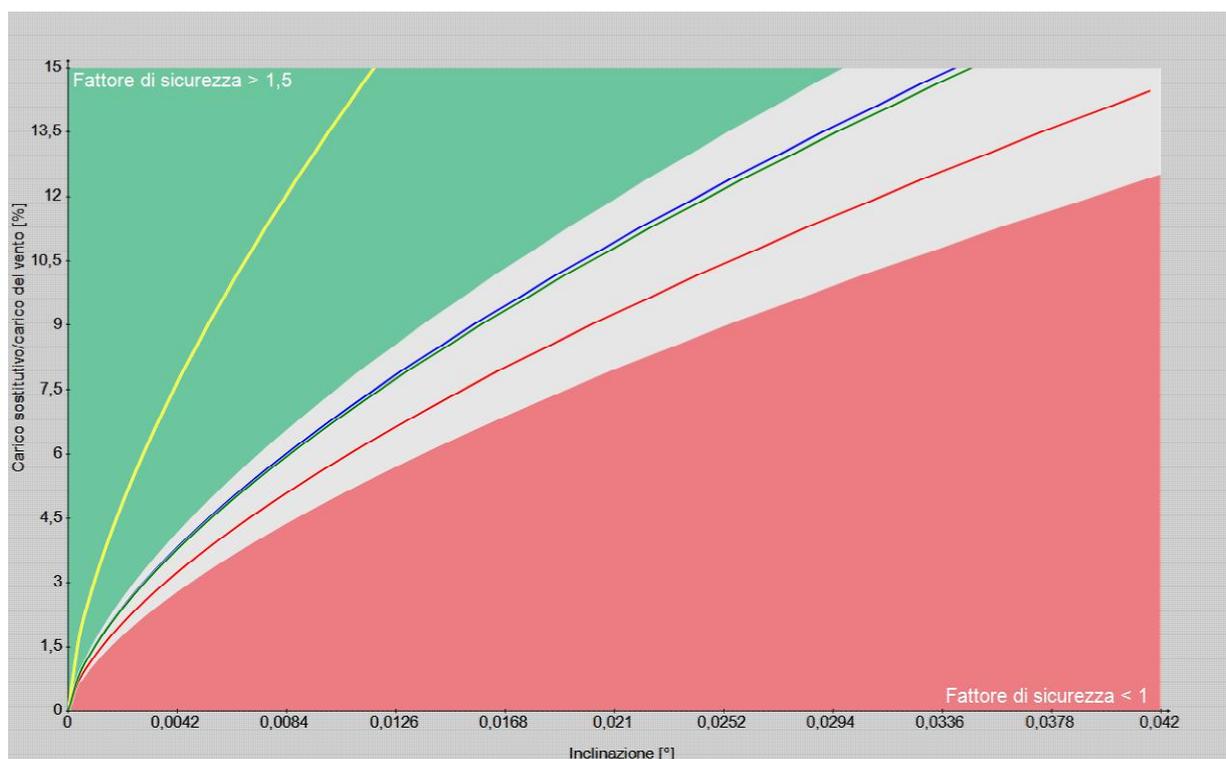
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Cupressus sempervirens	N. dell'albero Data	PN70 14/03/2022
-----------------	---------------------------------	---------------------	--------------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	4,2 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	17,7 °	Direzione del carico	parcheggio

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inclinometro	80	81	82	83
Posizione	comp y 0	traz y 180	270 x	90 x

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	1,37	2,75	1,16	1,36
----------------------	------	------	------	------

Valore di controllo	in				
Deviazione standard	%	2,87	10,34	1,35	1,65
Carico sostitutivo	%	14,4	14,4	14,4	14,4
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	

Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero PN71

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto		Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	<i>Cupressus sempervirens</i>	secondo	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>
Circonferenza del fusto	166 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto in 1 m di altezza	52 cm	Resistenza a compressione	20 MPa
Spessore della corteccia	└┘ 53 cm	Modulo di elasticità	7350 MPa
Altezza dell'albero	22 m	Limite di elasticità	0,27 %
		Densità del legno verde	0,71 g/cm ³

Sagoma della chioma



	Direzione del carico	parcheggio
22	Analisi dell'area di superficie	
21	Base della chioma	1,5 m
20	Altezza effettiva	13,8 m
19	Area della superficie totale	56 m ²
18	Eccentricità della chioma	0,26 m
17		
16		
15		
14	Parametri strutturali applicati	
13	Fattore di resistenza aerodinamica	0,2
12	Frequenza propria	0,29 Hz
11	Diminuzione di smorzamento	0,67
10	Fattore di forma	0,8
9		
8		
7		
6	Parametri del luogo applicati	
5	Zona di vento	D 2
4	Valore della	
3	velocità progettuale del vento	25 m/s
2	Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
1	Categoria di terreno	Mare/costa
0	Esponente profilo del vento	0,12
	Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno	1
	Fattore per l'esposizione	1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	6 kN	Peso proprio dell'albero	2,3 t
Fattore di reazione alle raffiche	1,97	Livello di cavità critico	74 %
Centro di carico	10,7 m	Spessore della parete critico	6 cm
Momento torcente	3 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	126 kNm	Fattore di sicurezza di base	1,7

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

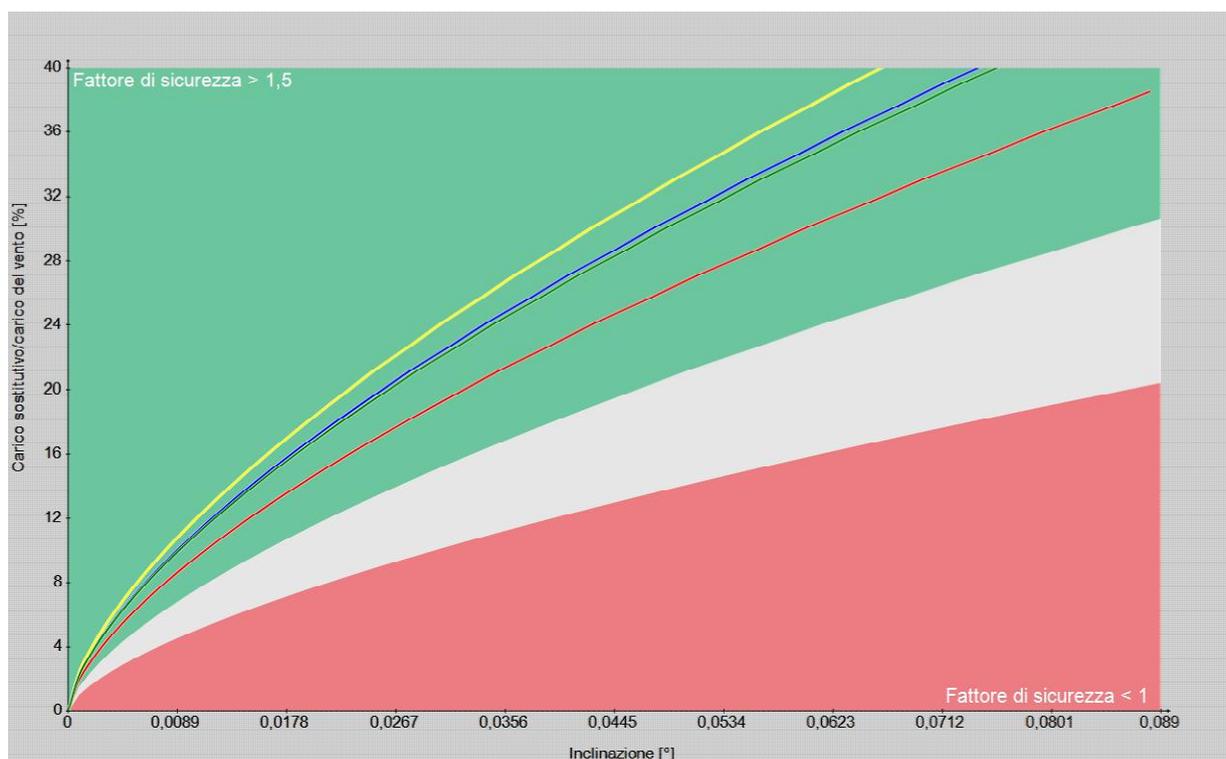
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Cupressus sempervirens	N. dell'albero Data	PN71 14/03/2022
-----------------	---------------------------------	---------------------	--------------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	6 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	15 °	Direzione del carico	parcheggio

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inchio nometro	80	81	82	83
Posizione	comp y 0	traz y 180	x 270	x 90

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	2,21	2,38	1,9	2,18
----------------------	------	------	-----	------

Valore di controllo	in				
Deviazione standard	%	2,13	2,87	1,42	2,75
Carico sostitutivo	%	39,3	39,3	39,3	39,3
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

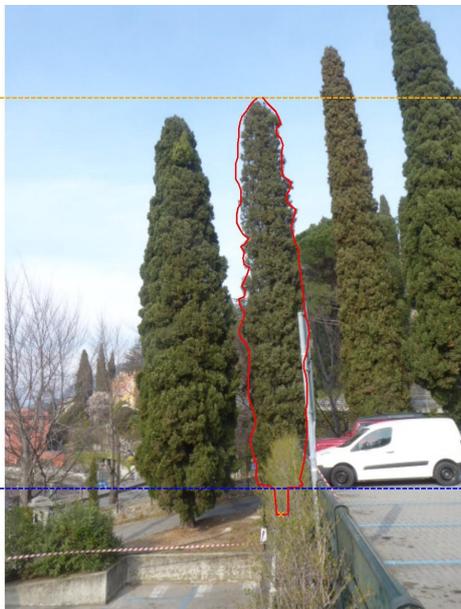
Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	

Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero PN72

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto		Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	<i>Cupressus sempervirens</i>	secondo	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>
Circonferenza del fusto	0 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto	49 cm	Resistenza a compressione	20 MPa
in 1 m di altezza	⊥ 48 cm	Modulo di elasticità	7350 MPa
Spessore della corteccia	— 2 cm	Limite di elasticità	0,27 %
Altezza dell'albero	21,5 m	Densità del legno verde	0,71 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico	parcheggio
Analisi dell'area di superficie	
Base della chioma	1,4 m
Altezza effettiva	13,4 m
Area della superficie totale	54 m ²
Eccentricità della chioma	0,49 m
Parametri strutturali applicati	
Fattore di resistenza aerodinamica	0,2
Frequenza propria	0,28 Hz
Diminuzione di smorzamento	0,77
Fattore di forma	0,8
Parametri del luogo applicati	
Zona di vento	D 2
Valore della velocità progettuale del vento	25 m/s
Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
Categoria di terreno	Mare/costa
Esponente profilo del vento	0,12
Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno	1
Fattore per l'esposizione	1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	5,9 kN	Peso proprio dell'albero	1,9 t
Fattore di reazione alle raffiche	1,96	Livello di cavità critico	61 %
Centro di carico	11,5 m	Spessore della parete critico	9 cm
Momento torcente	6 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	132 kNm	Fattore di sicurezza di base	1,3

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

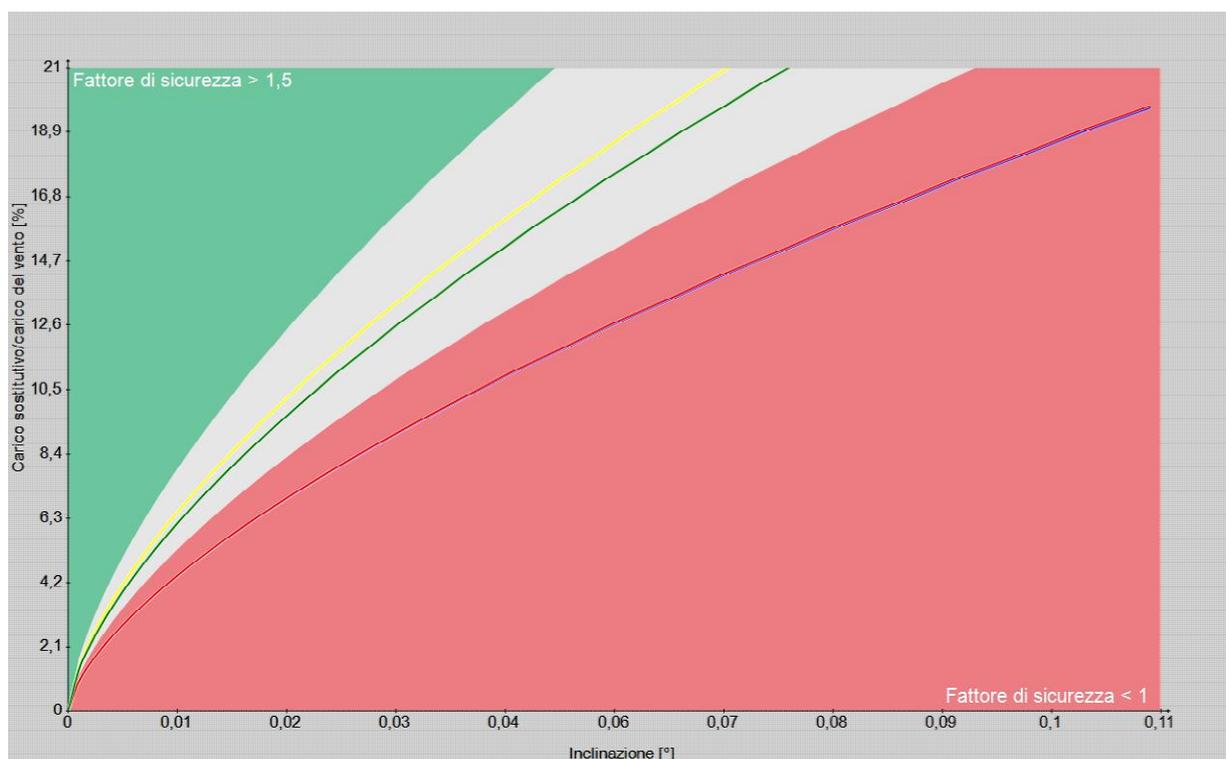
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Cupressus sempervirens	N. dell'albero Data	PN72 14/03/2022
-----------------	---------------------------------	---------------------	--------------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	6,2 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	13,5 °	Direzione del carico	parcheggio

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inclinometro	80	81	82	83
Posizione	comp y 0	traz y 180	270 x	90 x

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	0,84	1,23	0,84	1,16
----------------------	------	------	------	------

Valore di controllo	in			
Deviazione standard	%	3,09	1,15	1,53
Carico sostitutivo	%	20,3	20,3	20,3
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

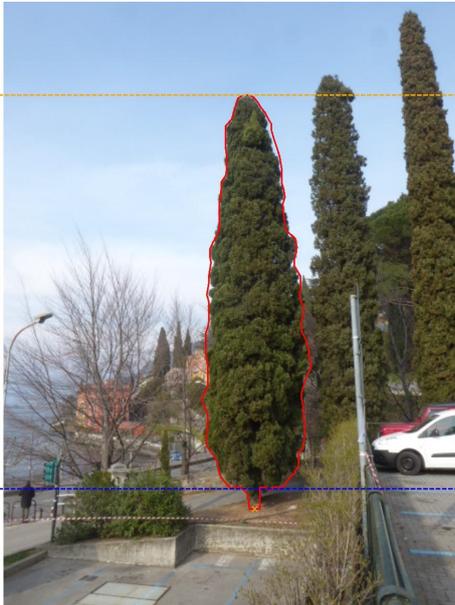
Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	

Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero PN73

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto		Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	<i>Cupressus sempervirens</i>	secondo	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>
Circonferenza del fusto	0 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto	66 cm	Resistenza a compressione	20 MPa
in 1 m di altezza	└┘ 67 cm	Modulo di elasticità	7350 MPa
Spessore della corteccia	└┘ 2 cm	Limite di elasticità	0,27 %
Altezza dell'albero	20,4 m	Densità del legno verde	0,71 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico parcheggio

Analisi dell'area di superficie

Base della chioma	1 m
Altezza effettiva	12,6 m
Area della superficie totale	74 m ²
Eccentricità della chioma	0,02 m

Parametri strutturali applicati

Fattore di resistenza aerodinamica	0,2
Frequenza propria	0,44 Hz
Diminuzione di smorzamento	0,44
Fattore di forma	0,8

Parametri del luogo applicati

Zona di vento	D 3
Valore della velocità progettuale del vento	27,5 m/s
Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
Categoria di terreno	Mare/costa
Esponente profilo del vento	0,12
Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno	1
Fattore per l'esposizione	1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	9,4 kN	Peso proprio dell'albero	3,6 t
Fattore di reazione alle raffiche	1,99	Livello di cavità critico	84 %
Centro di carico	10,1 m	Spessore della parete critico	6 cm
Momento torcente	0 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	190 kNm	Fattore di sicurezza di base	2,4

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

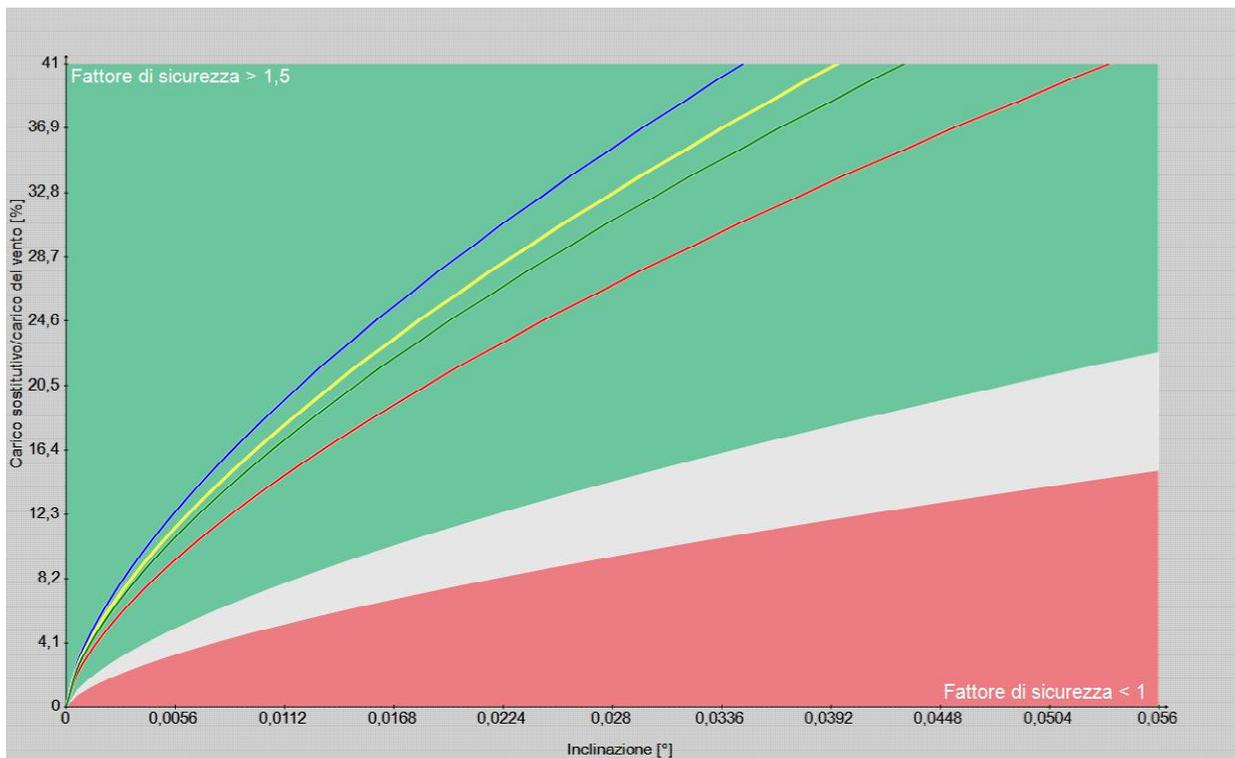
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Cupressus sempervirens	N. dell'albero Data	PN73 14/03/2022
-----------------	---------------------------------	---------------------	--------------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	6,2 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	10,9 °	Direzione del carico	parcheggio

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inchio metro	80	81	82	83
Posizione	comp y 0	traz y 180	270 x	90 x

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

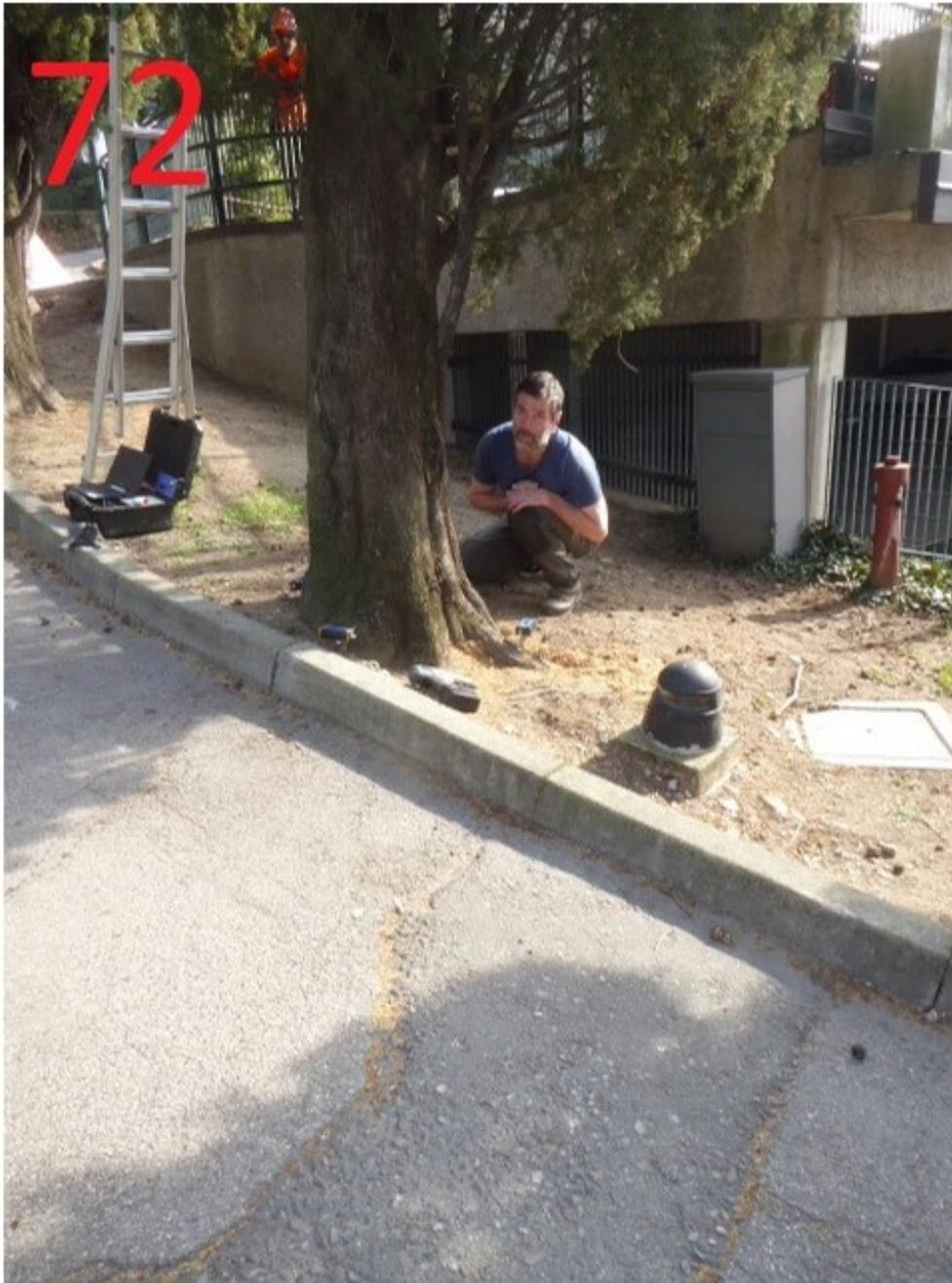
Fattore di sicurezza	3,71	3,41	2,8	3,23
----------------------	------	------	-----	------

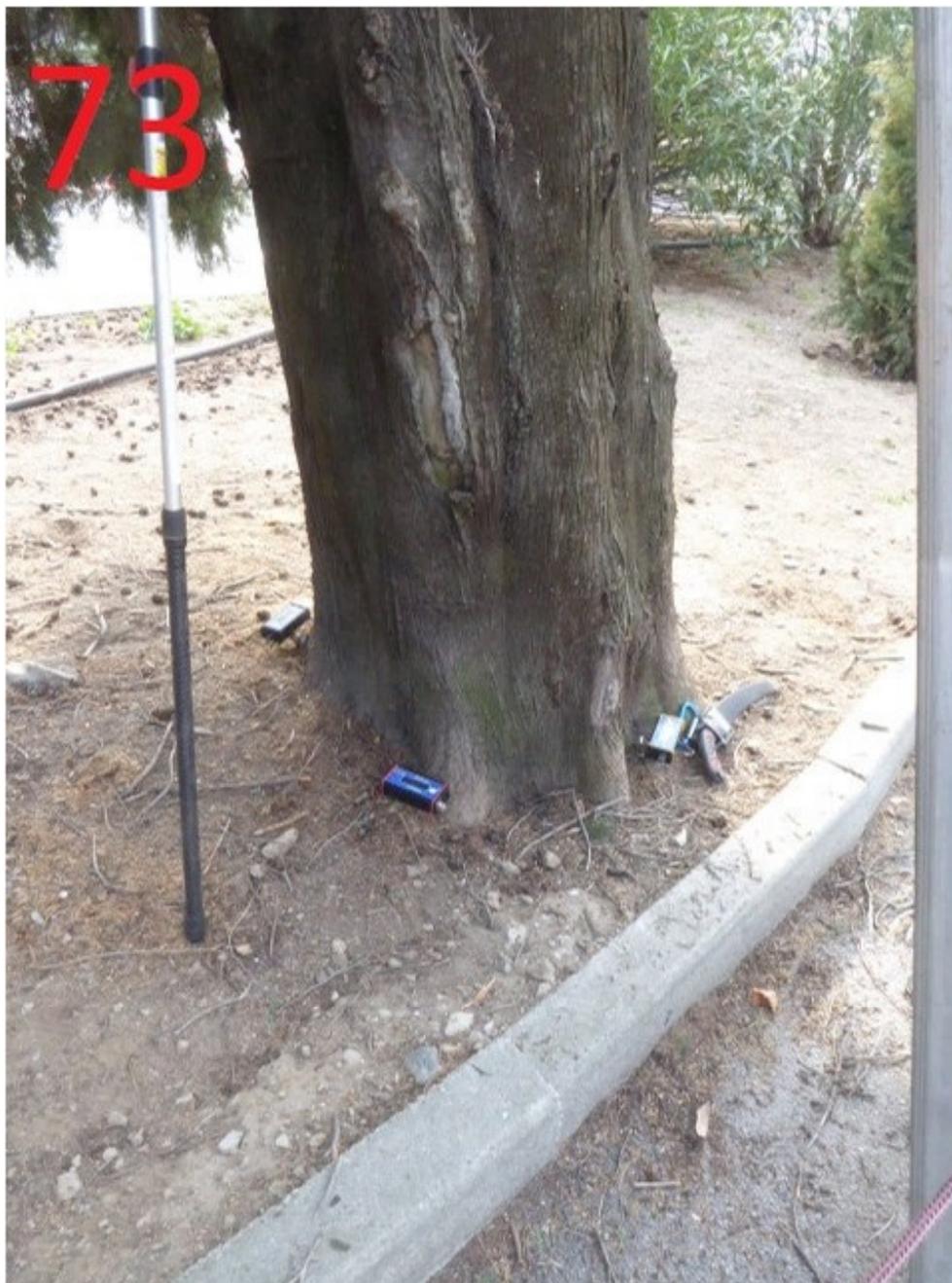
Valore di controllo	in			
Deviazione standard	%	4,03	2,06	2,82
Carico sostitutivo	%	40,9	40,9	40,9
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	







Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero M07

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto	1	Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	Ippocastano	secondo Aesculus hippocastanum	
Circonferenza del fusto	284 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto in 1 m di altezza	90 cm	Resistenza a compressione	14 MPa
Spessore della corteccia	└┘ 3 cm	Modulo di elasticità	5250 MPa
Altezza dell'albero	13,8 m	Limite di elasticità	0,27 %
		Densità del legno verde	0,9 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico verso piazza

14	Analisi dell'area di superficie	
13	Base della chioma	3,9 m
12	Altezza effettiva	9,8 m
11	Area della superficie totale	85 m ²
10	Eccentricità della chioma	0,23 m
9	Parametri strutturali applicati	
8	Fattore di resistenza aerodinamica	0,35
7	Frequenza propria	0,96 Hz
6	Diminuzione di smorzamento	0,32
5	Fattore di forma	0,8
4	Parametri del luogo applicati	
3	Zona di vento	D 2
2	Valore della	
1	velocità progettuale del vento	25 m/s
0	Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
	Categoria di terreno	Mare/costa
	Esponente profilo del vento	0,12
	Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno	1
	Fattore per l'esposizione	1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	15,6 kN	Peso proprio dell'albero	5,5 t
Fattore di reazione alle raffiche	1,95	Livello di cavità critico	87 %
Centro di carico	8,9 m	Spessore della parete critico	6 cm
Momento torcente	7 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	270 kNm	Fattore di sicurezza di base	3

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

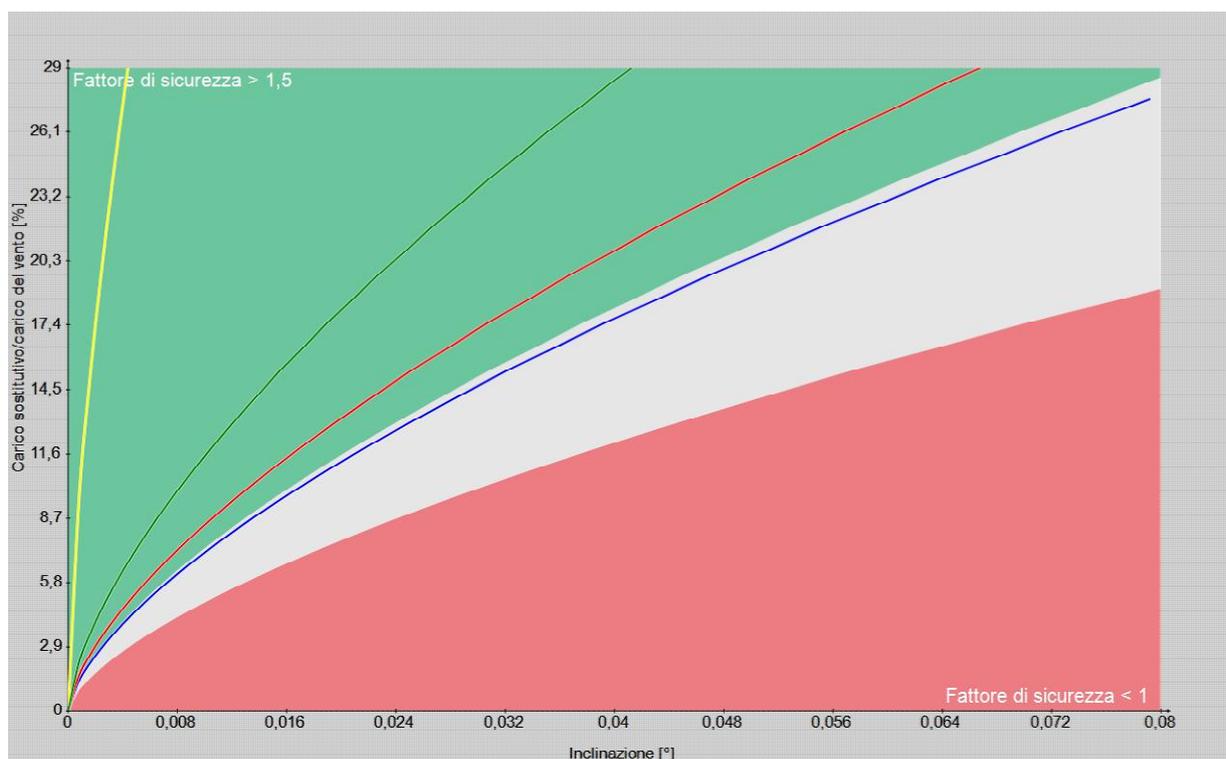
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Ippocastano	N. dell'albero Data	M07 14/03/2022
-----------------	----------------------	---------------------	-------------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	4 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	19,6 °	Direzione del carico	verso piazza

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inclinometro	80	81	82	83
Posizione	comp y	traz y	x 270	x 90

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	1,46	10,13	1,71	2,35
----------------------	------	-------	------	------

Valore di controllo	in				
Deviazione standard	%	2,83	31,38	2,5	4,02
Carico sostitutivo	%	28,4	28,4	28,4	28,4
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	

Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero -

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto		Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	Pinus strobus	secondo	Pinus strobus
Circonferenza del fusto	0 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto in 1 m di altezza	60 cm	Resistenza a compressione	16 MPa
Spessore della corteccia	└┘ 4 cm	Modulo di elasticità	7350 MPa
Altezza dell'albero	18,2 m	Limite di elasticità	0,22 %
		Densità del legno verde	0,74 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico su libocedro	
19	Analisi dell'area di superficie
18	Base della chioma 4 m
17	Altezza effettiva 12,5 m
16	Area della superficie totale 87 m ²
15	Eccentricità della chioma 0,36 m
14	
13	
12	Parametri strutturali applicati
11	Fattore di resistenza aerodinamica 0,2
10	Frequenza propria 0,45 Hz
9	Diminuzione di smorzamento 0,56
8	Fattore di forma 0,8
7	
6	
5	
4	Parametri del luogo applicati
3	Zona di vento D 2
2	Valore della
1	velocità progettuale del vento 25 m/s
0	Densità dell'aria 1,26 kg/m ³
	Categoria di terreno Città
	Esponente profilo del vento 0,3
	Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno 1,3
	Fattore per l'esposizione 1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	4,8 kN	Peso proprio dell'albero	2,3 t
Fattore di reazione alle raffiche	3,42	Livello di cavità critico	61 %
Centro di carico	10,3 m	Spessore della parete critico	10 cm
Momento torcente	6 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	167 kNm	Fattore di sicurezza di base	1,3

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

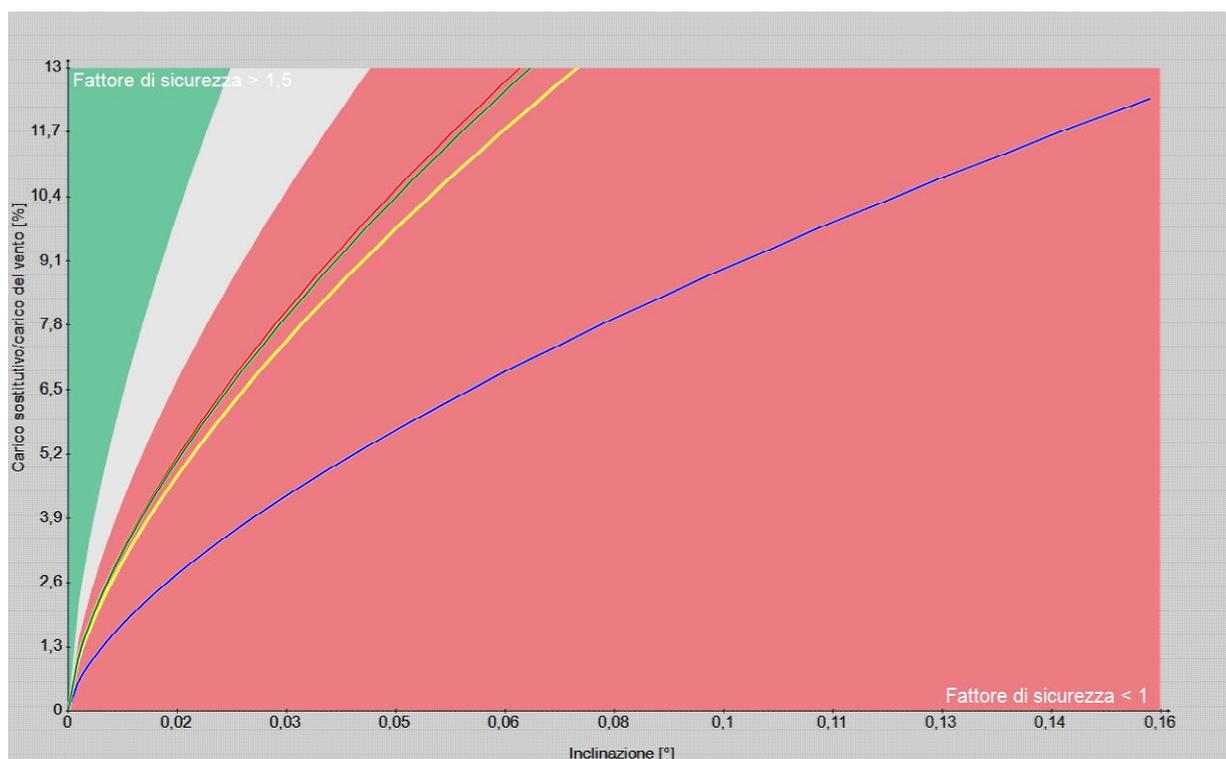
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Pinus strobus	N. dell'albero Data	- 14/03/2022
-----------------	------------------------	---------------------	-----------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	5,7 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	19,9 °	Direzione del carico	su libocedro

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inclinometro	80	81	82	83
Posizione	comp 0 y	traz 180 y	270 x	90 x

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	0,41	0,71	0,77	0,76
----------------------	------	------	------	------

Valore di controllo	in				
Deviazione standard	%	1,22	3,28	1,49	1,75
Carico sostitutivo	%	12,6	12,6	12,6	12,6
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	



Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero -

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto	-	Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	Abete rosso	secondo	Picea abies
Circonferenza del fusto	0 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto in 1 m di altezza	55 cm	Resistenza a compressione	21 MPa
Spessore della corteccia	└┘ 56 cm	Modulo di elasticità	9000 MPa
Altezza dell'albero	17 m	Limite di elasticità	0,23 %
		Densità del legno verde	0,8 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico ingresso parco

Analisi dell'area di superficie

17	Base della chioma	2,7 m
16	Altezza effettiva	11,3 m
15	Area della superficie totale	87 m ²
14	Eccentricità della chioma	0,25 m

Parametri strutturali applicati

12	Fattore di resistenza aerodinamica	0,2
11	Frequenza propria	0,52 Hz
10	Diminuzione di smorzamento	0,51
9	Fattore di forma	0,8

Parametri del luogo applicati

5	Zona di vento	D 2
4	Valore della	
3	velocità progettuale del vento	25 m/s
2	Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
1	Categoria di terreno	Città
0	Esponente profilo del vento	0,3
	Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno	1,3
	Fattore per l'esposizione	1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	4,7 kN	Peso proprio dell'albero	2,1 t
Fattore di reazione alle raffiche	3,39	Livello di cavità critico	78 %
Centro di carico	8 m	Spessore della parete critico	6 cm
Momento torcente	4 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	128 kNm	Fattore di sicurezza di base	1,9

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

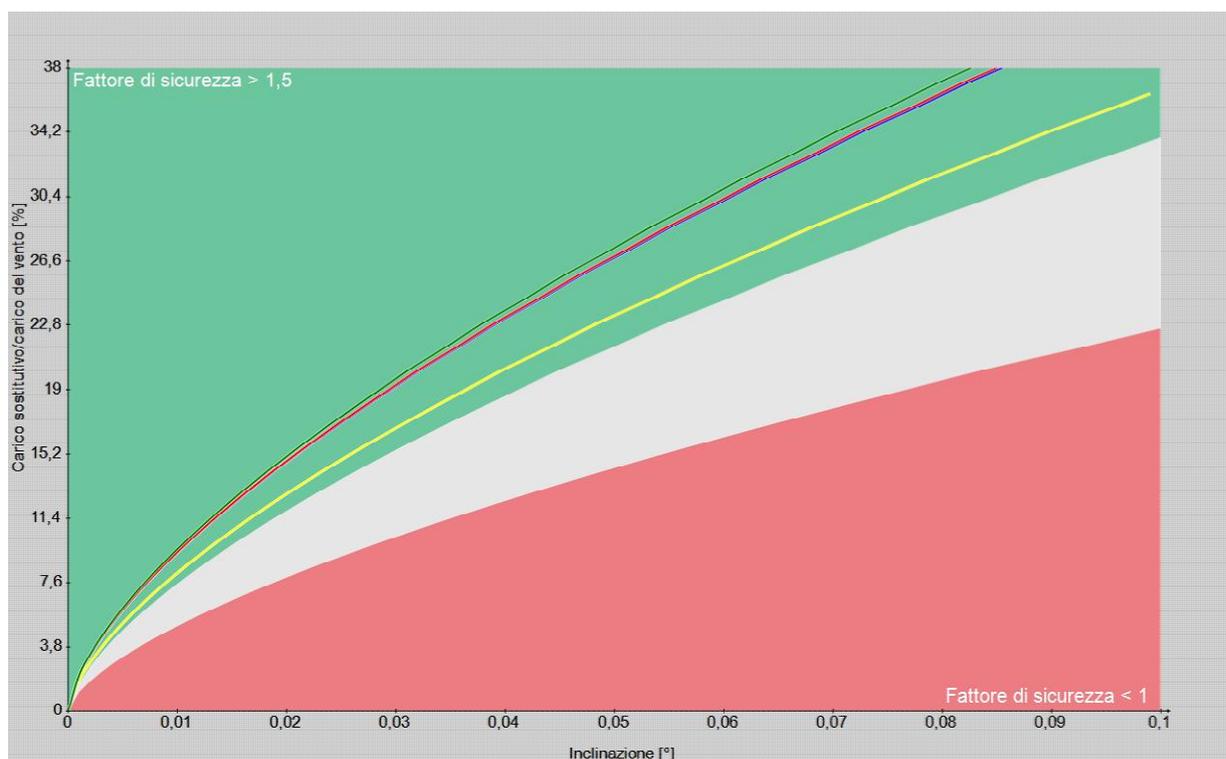
Dati dell'albero

Progetto	Trazione	N. dell'albero	-
Specie	Abete rosso	Data	14/03/2022

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	6,4 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	10,8 °	Direzione del carico	ingresso parco

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inchio metro	80	81	82	83
Posizione	comp y 0	traz y 180	270 x	90 x

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	1,86	1,62	1,87	1,91
----------------------	------	------	------	------

Valore di controllo	in				
Deviazione standard	%	3,48	5,19	2,02	2,52
Carico sostitutivo	%	37,4	37,4	37,4	37,4
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	





Analisi del carico del vento secondo DIN 1055-4

N. dell'albero --

Progetto		Luogo	
Nome progetto	Trazione	Bellano,	
Numero progetto		Altitudine sul livello del mare	202 m
Data del test	14/03/2022		
Dati dell'albero		Proprietà del materiale applicate	
Specie	Cedrus deodara	secondo	Cedrus atlantica
Circonferenza del fusto	0 cm	Fonte	Stuttgart
Diametro del fusto in 1 m di altezza	104 cm	Resistenza a compressione	15 MPa
Spessore della corteccia	└┘ 105 cm	Modulo di elasticità	7650 MPa
Altezza dell'albero	22,4 m	Limite di elasticità	0,2 %
		Densità del legno verde	0,8 g/cm ³

Sagoma della chioma



Direzione del carico ingresso parco

Analisi dell'area di superficie

23	Base della chioma	5,2 m
22	Altezza effettiva	15,5 m
21	Area della superficie totale	181 m ²
20	Eccentricità della chioma	0,57 m
19		
18		
17		
16		
15		

Parametri strutturali applicati

14	Fattore di resistenza aerodinamica	0,2
13	Frequenza propria	0,54 Hz
12	Diminuzione di smorzamento	0,29
11	Fattore di forma	0,8
10		
9		
8		
7		
6		

Parametri del luogo applicati

5	Zona di vento	D 2
4	Valore della	
3	velocità progettuale del vento	25 m/s
2	Densità dell'aria	1,26 kg/m ³
1	Categoria di terreno	Città
0	Esponente profilo del vento	0,3
	Fattore di prossimità per effetti del vento vicino al terreno	1,3
	Fattore per l'esposizione	1,00

Risultati

Analisi del carico del vento		Analisi statica dell'albero	
Pressione media del vento	10,1 kN	Peso proprio dell'albero	10,5 t
Fattore di reazione alle raffiche	3,32	Livello di cavità critico	88 %
Centro di carico	12,3 m	Spessore della parete critico	6 cm
Momento torcente	19 kNm	assumendo una parete residua integra	
Carico del vento	413 kNm	Fattore di sicurezza di base	3,1

Generalità

Commenti

Stabilità al ribaltamento calcolata mediante test di trazione

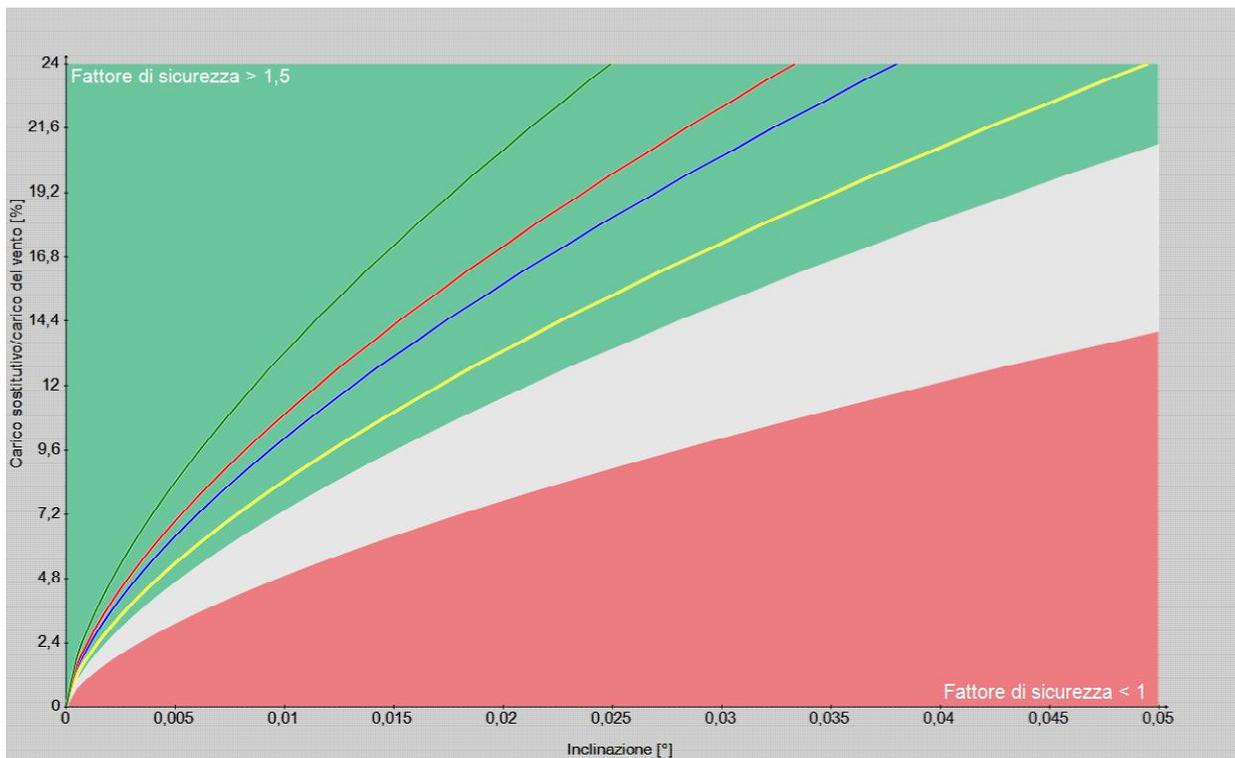
Dati dell'albero

Progetto Specie	Trazione Cedrus deodara	N. dell'albero Data	-- 14/03/2022
-----------------	-------------------------	---------------------	------------------

Impostazioni e test di trazione

Altezza dell'ancora al fusto	7,6 m	No. misurazioni	1
Angolo fune	18,8 °	Direzione del carico	ingresso parco

Display grafico (dati di test e migliori interpolazioni per la curva di ribaltamento)



Misurazione all'inchio metro	80	81	82	83
Posizione	comp y 0	traz y 180	270 x	90 x

Stabilità al ribaltamento (sulla base della curva di ribaltamento generalizzata)

Fattore di sicurezza	2,05	1,72	2,23	2,7
----------------------	------	------	------	-----

Valore di controllo	in				
Deviazione standard	%	2,6	5,07	1,67	3,76
Carico sostitutivo	%	24	24	24	24
Direzione del carico		y-Asse	y-Asse	x-Asse	x-Asse

Generalità per il test di trazione

Consulente	Pecollo - Pozzi
Testimone/assistente	
Commenti alla misurazione	



