

VERDE URBANO TRA GESTIONE, SICUREZZA, VINCOLI E QUALITÀ DELLA VITA

MARTEDÌ 03/10/2023

SALA DEI BARONI, MASCHIO ANGIOINO - NAPOLI

Organizzato da



Pubblici Giardini
Associazione Italiana Direttori e
Tecnici Pubblici Giardini



CONFAPI
NAPOLI



ORDINE
DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
DELLA PROVINCIA DI NAPOLI



Ministero della Giustizia



Con la partecipazione di



Con il patrocinio di



La partecipazione dei professionisti iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Napoli comporterà l'attribuzione di 0.5 crediti Formativi Professionali. Per gli iscritti all'Ordine degli Architetti Pianificatori e Paesaggisti e Conservatori i crediti attribuiti saranno 1 per ogni ora di convegno.

ANALISI DI STABILITA' DEGLI ALBERI: TECNOLOGIE INNOVATIVE PER IL MONITORAGGIO:

DOTT. AGR. ANDREA SANTACROCE

VICE PRESIDENTE NAZIONALE

SOCIETA' ITALIANA DI ARBORICOLTURA (S.I.A.)

STUDIO BEEAGRO

Agenda

ANALISI DI STABILITA' DEGLI ALBERI

L'APPROCCIO "AGRO-MEDICO SCIENTIFICO"

LA METASEQUIA NELLA SCUOLA – AVELLINO

I PINI DEL MONTE CAPITOLINO - ROMA

PIAZZA DELLE NINFEE - SANTA MARIA DELLA PIETA' - ROMA



I CASI ESAMINATI AIUTANO A COMPRENDERE L'USO DELLE PROVE STRUMENTALI

ANALISI DI STABILITA' DEGLI ALBERI IL PROTOCOLLO SIA

La valutazione di stabilità consiste nella identificazione tassonomica e nella descrizione morfologica, anatomica, biologica, fitopatologia e meccanica dell'albero al fine di determinarne la pericolosità, intesa come propensione al cedimento strutturale integrale o parziale. Tale verifica richiede conoscenze approfondite e integrate di arboricoltura ornamentale (botanica, patologia vegetale, tecnologia del legno, meccanica, ecc.).



TESTO DI ESEMPIO



ANALISI DI STABILITA' DEGLI ALBERI IL PROTOCOLLO SIA

L'analisi deve tener conto sia delle caratteristiche del sito di radicazione che delle peculiarità stazionali in cui l'albero vive. Quando disponibili, anche i dati storici su situazioni pregresse ed oggettive danno completamento al quadro diagnostico. La valutazione di stabilità ha inizio con un'analisi visiva che può essere integrata da approfondimenti diagnostici e/o strumentali sulla base della sintomatologia riscontrata.



ANALISI DI STABILITA' DEGLI ALBERI

IL PROTOCOLLO SIA

L'analisi visiva consiste sempre in un'ispezione dettagliata dell'albero e della stazione in cui esso vegeta. L'analisi strumentale, comunque realizzata, è una parte della valutazione, ma non è la valutazione stessa; l'evidenza strumentale deve essere interpretata alla luce di quanto evidenziato con l'analisi visiva ed è finalizzata a confermare il giudizio di stabilità. La tipologia e la quantità di analisi strumentali sono definite dal valutatore; la scelta deve essere orientata secondo il criterio del minimo danno per l'albero e della rappresentatività delle stesse. Quando eseguite, le analisi strumentali dovranno essere ripetibili e fornire dati associati e riconducibili chiaramente alle porzioni anatomiche che sono state analizzate.

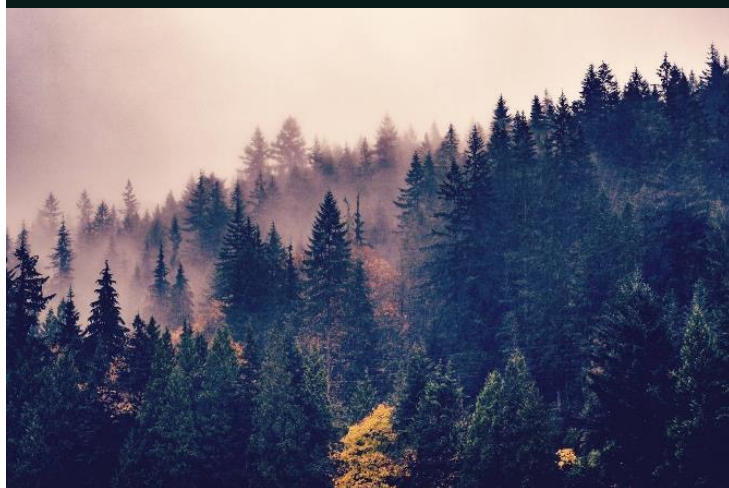


TESTO DI ESEMPIO

ANALISI DI STABILITA' DEGLI ALBERI

IL PROTOCOLLO SIA

La tipologia e la quantità di analisi strumentali sono definite dal valutatore; la scelta deve essere orientata secondo il criterio del minimo danno per l'albero e della rappresentatività delle stesse. Quando eseguite, le analisi strumentali dovranno essere ripetibili e fornire dati associati e riconducibili chiaramente alle porzioni anatomiche che sono state analizzate. La valutazione di stabilità di un albero si conclude con l'attribuzione della classe di propensione al cedimento (si fa riferimento Classi di Propensione al Cedimento della S.I.A.) ed è riferibile solo alle caratteristiche strutturali dell'albero indipendentemente dal bersaglio che attiene alla valutazione del rischio e potrà essere considerata separatamente se richiesto dal committente.



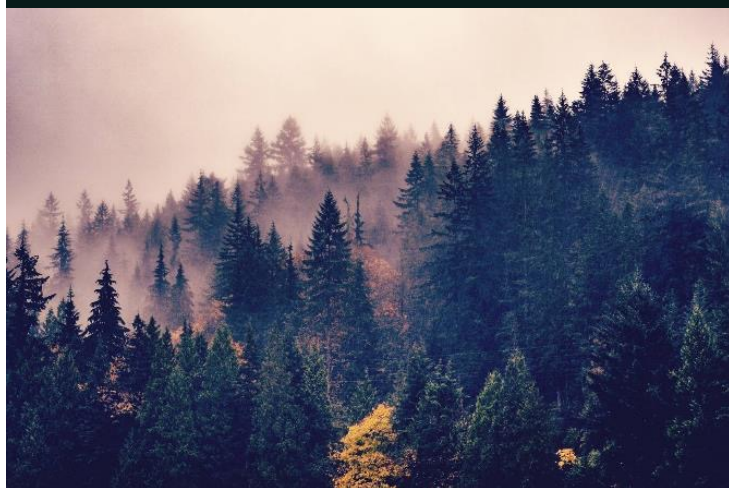
TESTO DI ESEMPIO



L'APPROCCIO AGRO-MEDICO SCIENTIFICO

E' quindi chiaro da quanto detto, che l'analisi che si conduce non deve essere intesa come una mera "visione, guardata " dell'albero, ma si deve intendere con un approccio "*agro-medico scientifico*",

MA COSA INTENDO CON QUESTA MIA AFFERMAZIONE?



L'APPROCCIO AGRO-MEDICO SCIENTIFICO

APPROCCIO ANAMNESTICO/ANAMNESI: In medicina è l'attività per la quale avviene la raccolta delle informazioni, direttamente a voce dal paziente, dai familiari e/o altri che possano indirizzare il medico verso una diagnosi



L'APPROCCIO AGRO-MEDICO SCIENTIFICO

- ANAMNESI
- VISITA CLINICA
- ANALISI DÌ APPROFONDIMENTO
- ANALISI STRUMENTALI
- DIAGNOSI
- PROGNOSI
- PRESCRIZIONI





GLI STRUMENTI DÌ ANALISI

L'analisi strumentale
parte da qui



QUESTI SCONOSCIUTI

FONTE IMMAGINI SITO: EUFOR





LA METASEQUIA NELLA SCUOLA AVELLINO

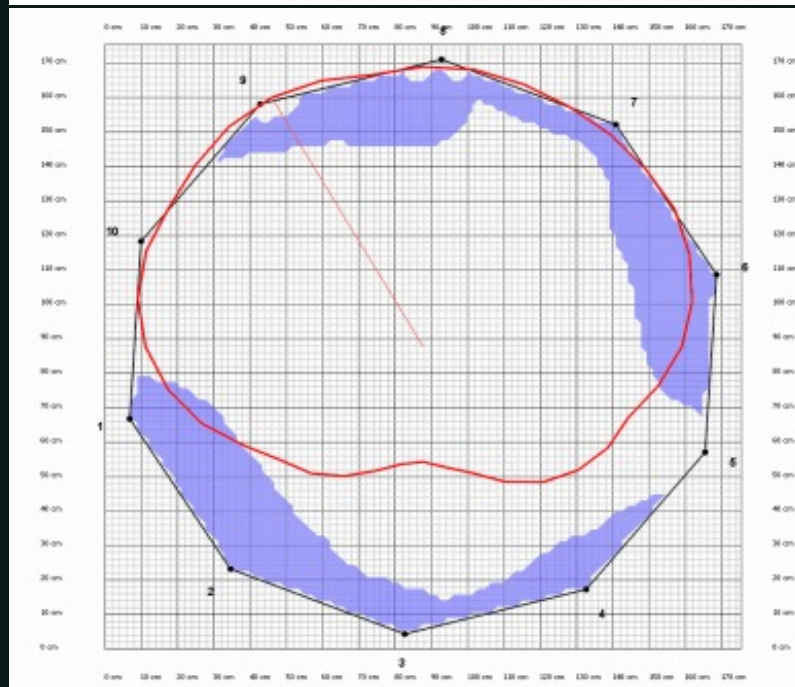
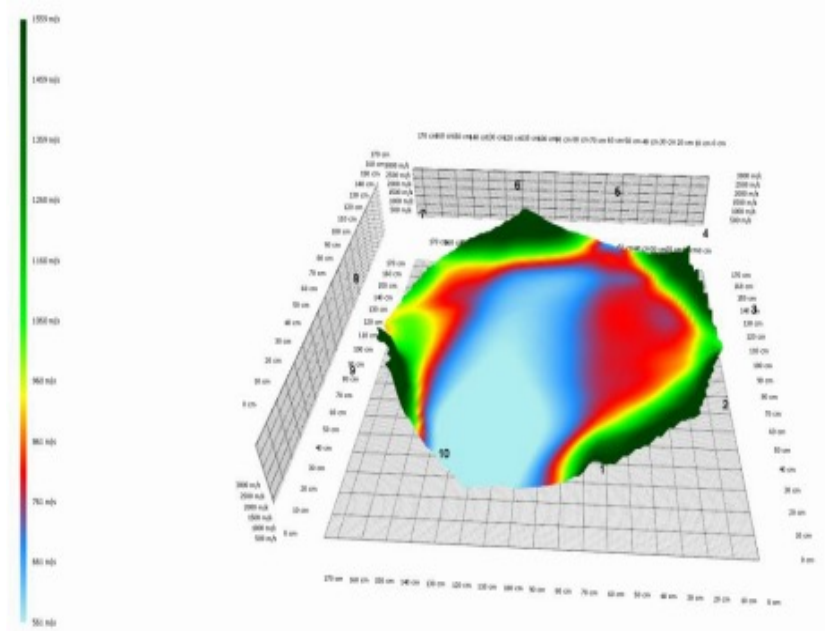
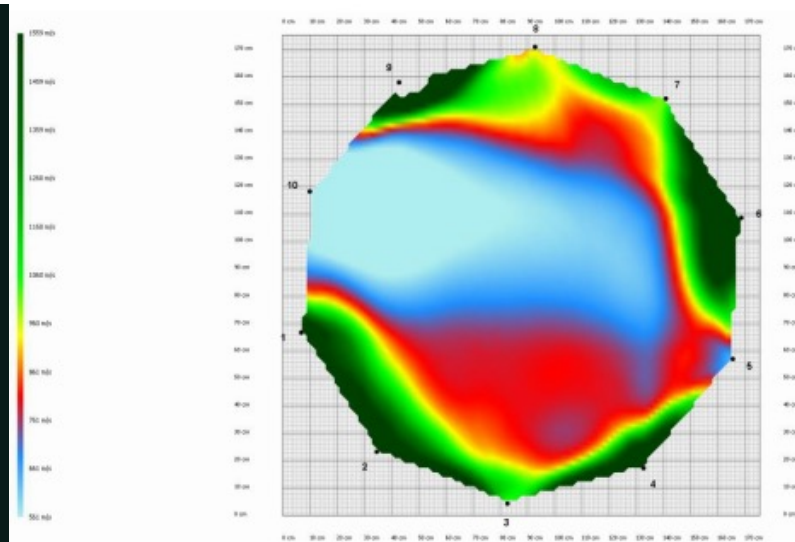
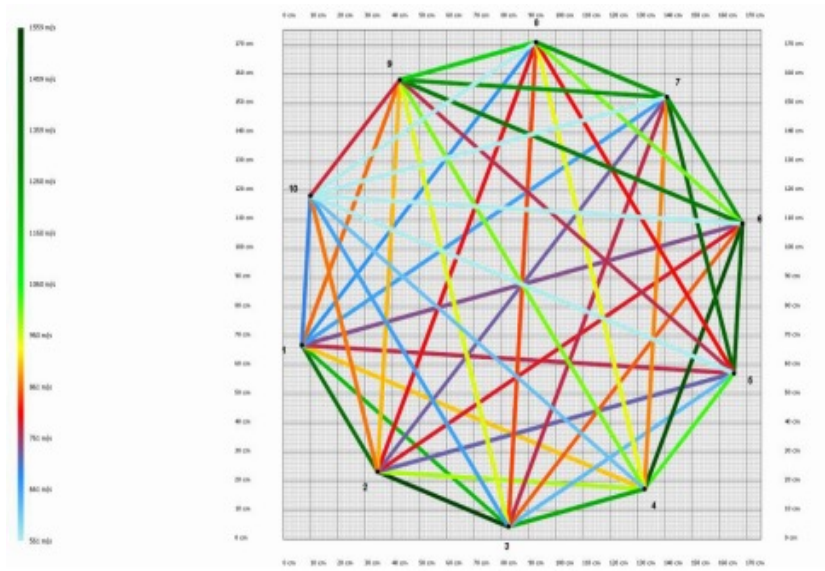
UN CASO REALE

Ci troviamo all'interno di un complesso scolastico nel Comune di Avellino, l'albero in esame è un simbolo della scuola (*Metasequia glyptostroboides*), nel tempo ha arrecato diversi danni a strutture (muretti, cordoli) ed ha provocato il rialzo dell'asfalto. Ubicato all'ingresso dello stesso complesso, vi era la seria preoccupazione da parte dell'amministrazione per la sua fitostatica.

La precedente valutazione condotta, con metodo visivo aveva posto l'albero all'interno della Classe di Propensione al Cedimento Estrema cioè, la nota classe D.

La richiesta era di eseguire una valutazione di stabilità per determinarne il reale fattore di pericolo e rischio, vista la specifica ubicazione.

TOMOGRAFIA SONICA, sulle aree che manifestino dei difetti strutturali per accertare le condizioni funzionali e della meccanica e statica dell'albero. L'analisi strumentale viene eseguita ricorrendo ad un tomografo tipo Fakopp 10, 12 o 36 sensori più 12 sensori Ludwig, particolarmente utile per determinare la presenza o meno di eventuali carie e/o cavità e/o anomalie all'interno del fusto e/o colletto. Lo strumento utilizzato determina la velocità con cui un'onda sonora, generata alternativamente sui diversi sensori, si propaga all'interno del fusto. I dati relativi al tempo sono elaborati in un'immagine della sezione del fusto, evidenziando la presenza di alcuni difetti strutturali interni e quantificandone sommariamente l'estensione.



ABBATTO!!!!!!

SONO IN UN APPROCCIO
AGRO-MEDICO SCIENTIFICO, ANALISI,
DIAGNOSI

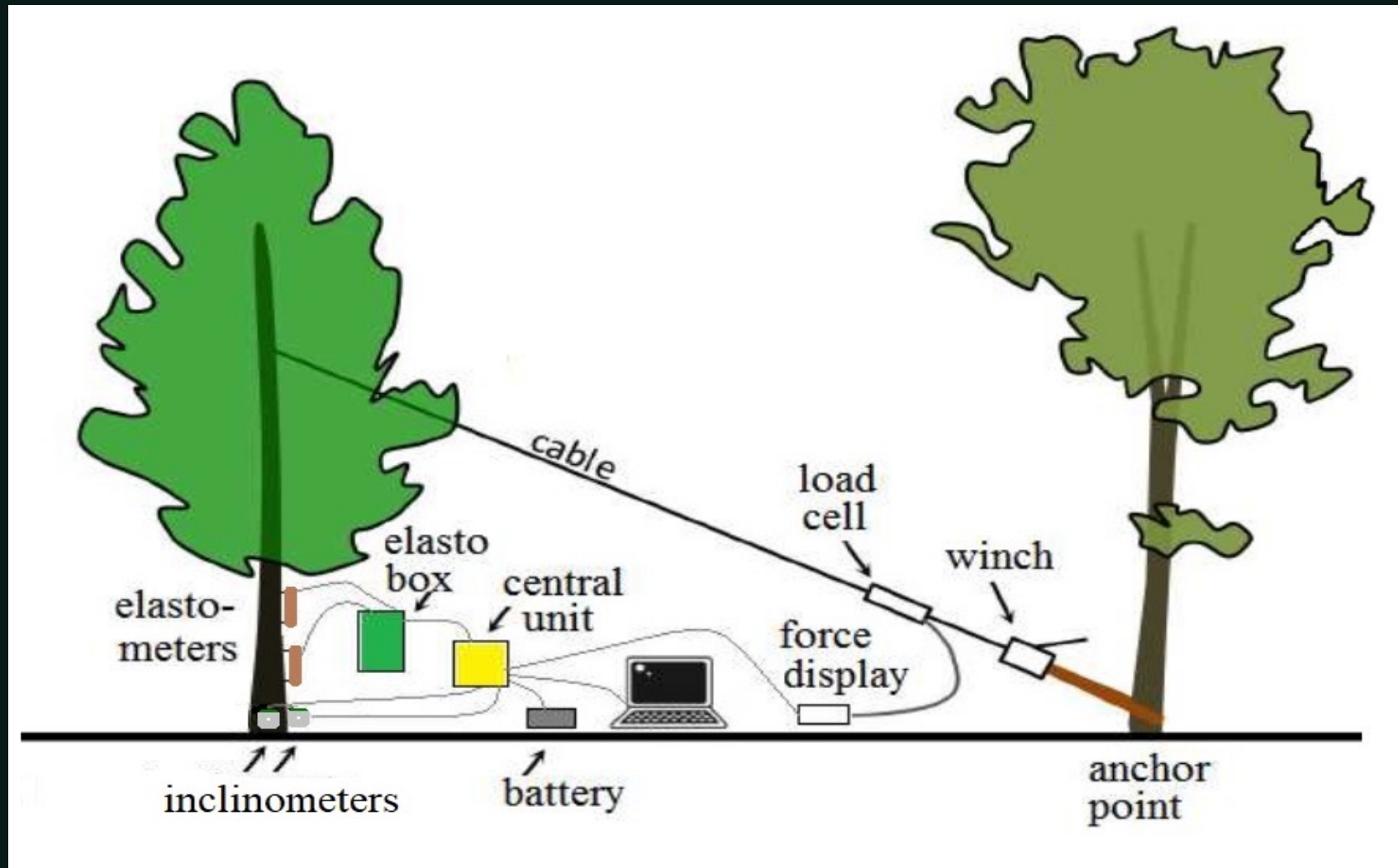
Prova di trazione controllata (*Pulling Test*), statiche, non distruttive, finalizzate a determinare la relazione fra sollecitazioni indotte con carichi modesti e una variabile di resistenza oltre la quale si hanno deformazioni permanenti o il cedimento, si vuole ottenere un valore di carico critico. Si tratta di una prova statica che consiste nell'applicare un carico ad un albero con lo scopo di **valutare la resistenza dell'apparato radicale allo scalzamento della zolla**. La trazione avviene in modo controllato e serve a **simulare l'azione del vento con un carico simile a quello di un uragano**. Il *pulling test* è un'analisi statica, non invasiva che riproduce l'azione del vento e la risposta dell'apparato radicale alle sollecitazioni. Grazie all'applicazione del metodo SIA (*static integrated assessment*) e SIM (*static integrated methods*) il *pulling test* – prova di trazione – è il procedimento di valutazione della stabilità di un albero più completo in quanto restituisce dati oggettivi circa:

Il grado di sicurezza statica di base (S_b) – SIA.

La sicurezza di rottura (S_r) – SIM.

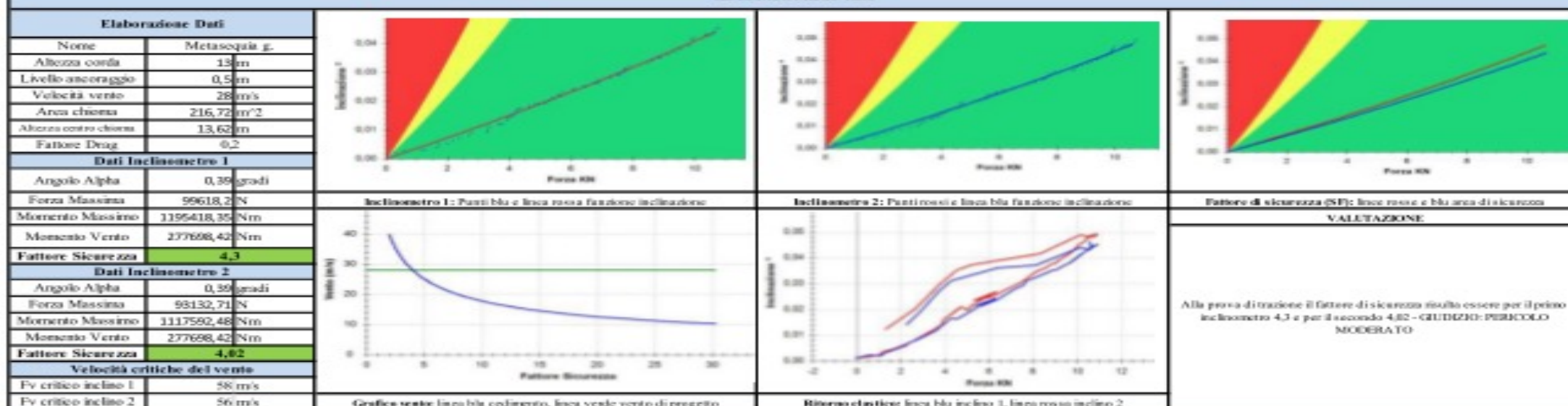
La sicurezza statica (S_s) – SIM.

Nel *pulling test* la trazione è prodotta da un paranco manuale o altro mezzo meccanico, collegato ad una fune fissata sulla porzione alta del tronco, sulla quale è posizionato un dinamometro che rileva i valori della trazione e li trasmette ad un computer. Contemporaneamente un inclinometro fissato alla base dell'albero registra le variazioni di inclinazione e misura così la propensione allo scalzamento della zolla radicale. Il tutto avviene nel *range* di pochi mm di reazione e gradi, che però letti dal sistema informatico restituiscono dati che possono essere letti da un tecnico abilitato ed esperto ad eseguire tali prove, per determinare il massimo carico, la spinta e la forza di agenti esterni all'albero che ne possano determinare il cedimento.

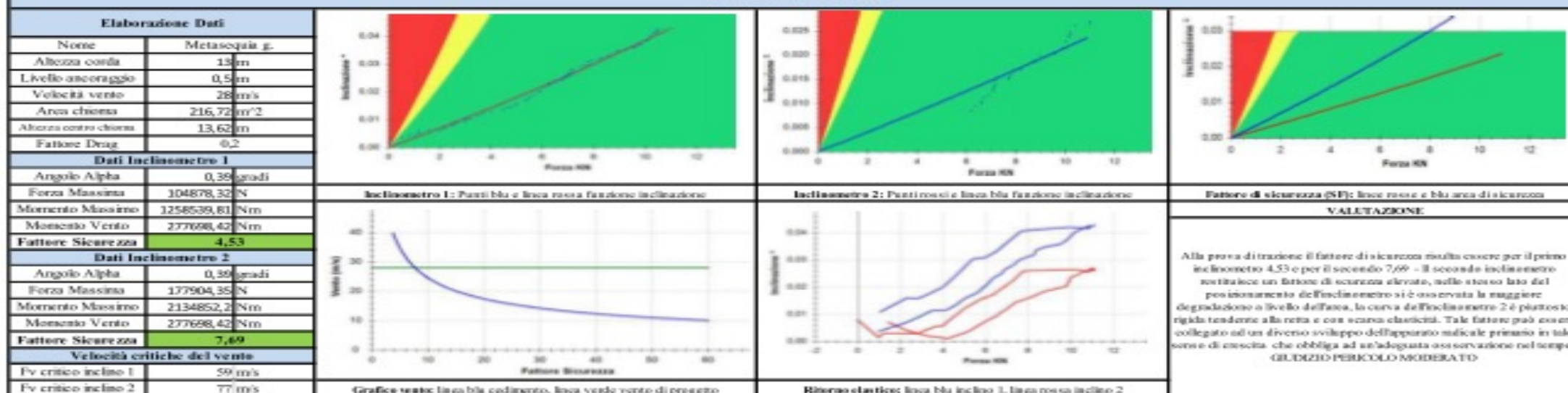


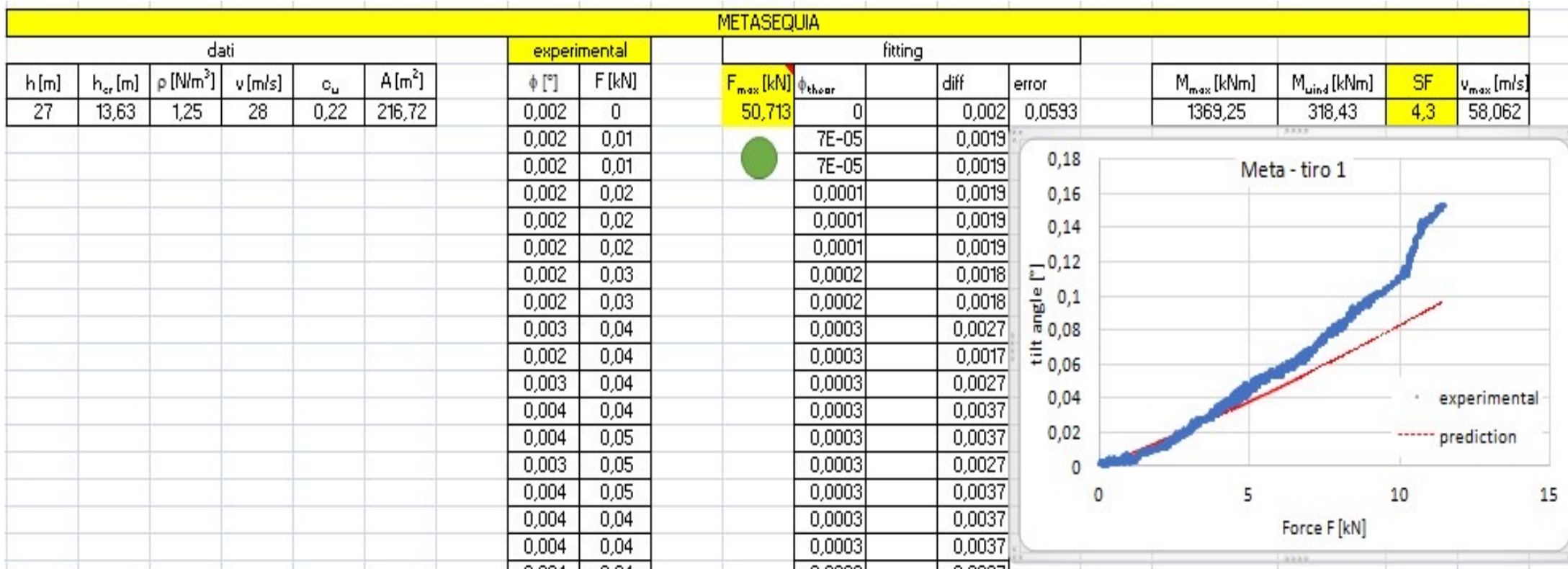
ANALISI DEL RILIEVO ESEGUITO PROVA DI TRAZIONE DEL 29/12/2012

RISULTATO PRIMO TIRO



RISULTATO SECONDO TIRO





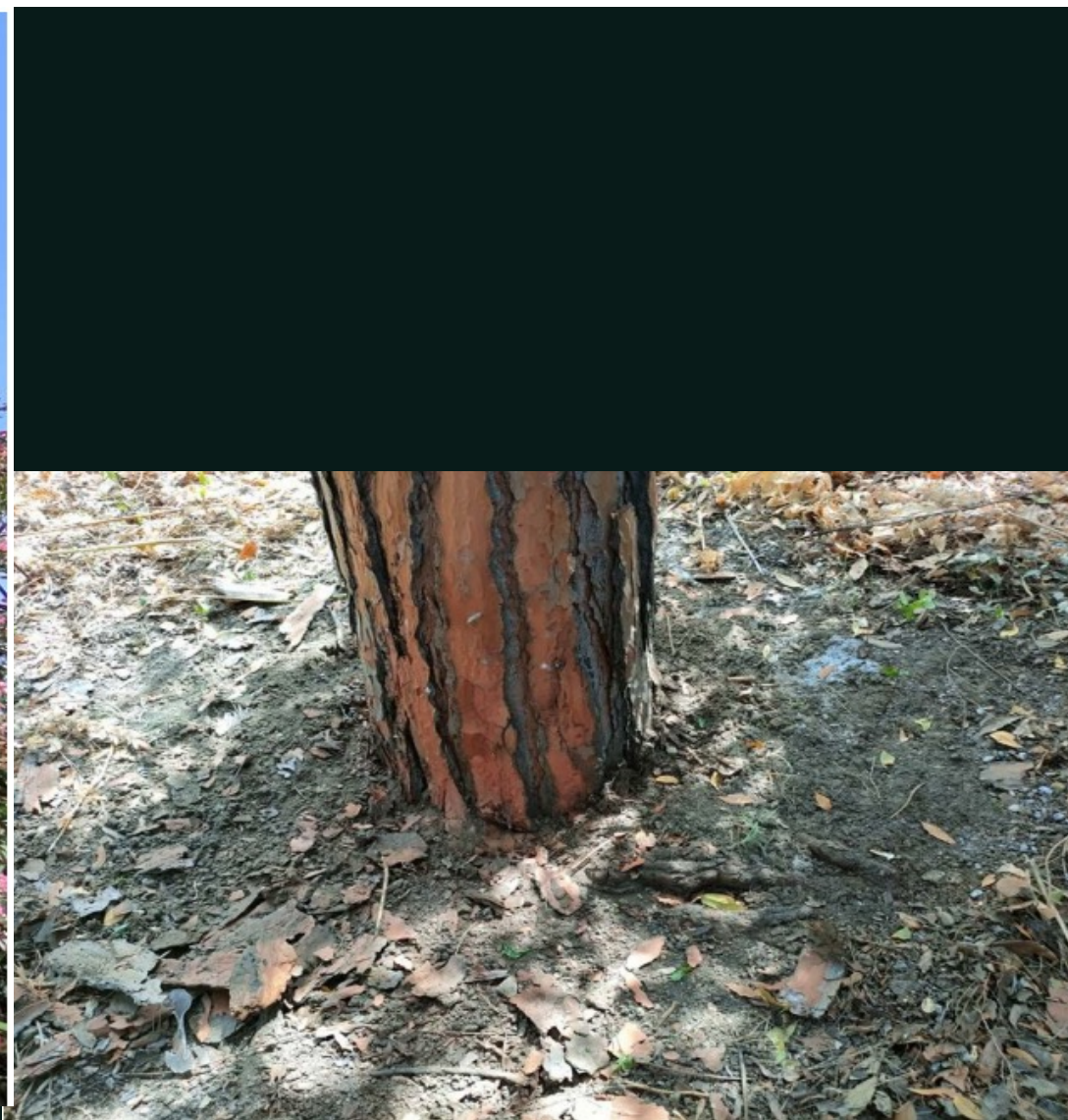
Verifico, mi calcolo il dato controllo,
 applico le formule, studio il caso
 clinico

Diagnosi, classe
 moderata, perché?



I PINI DEL MONTE CAPITOLINO ROMA

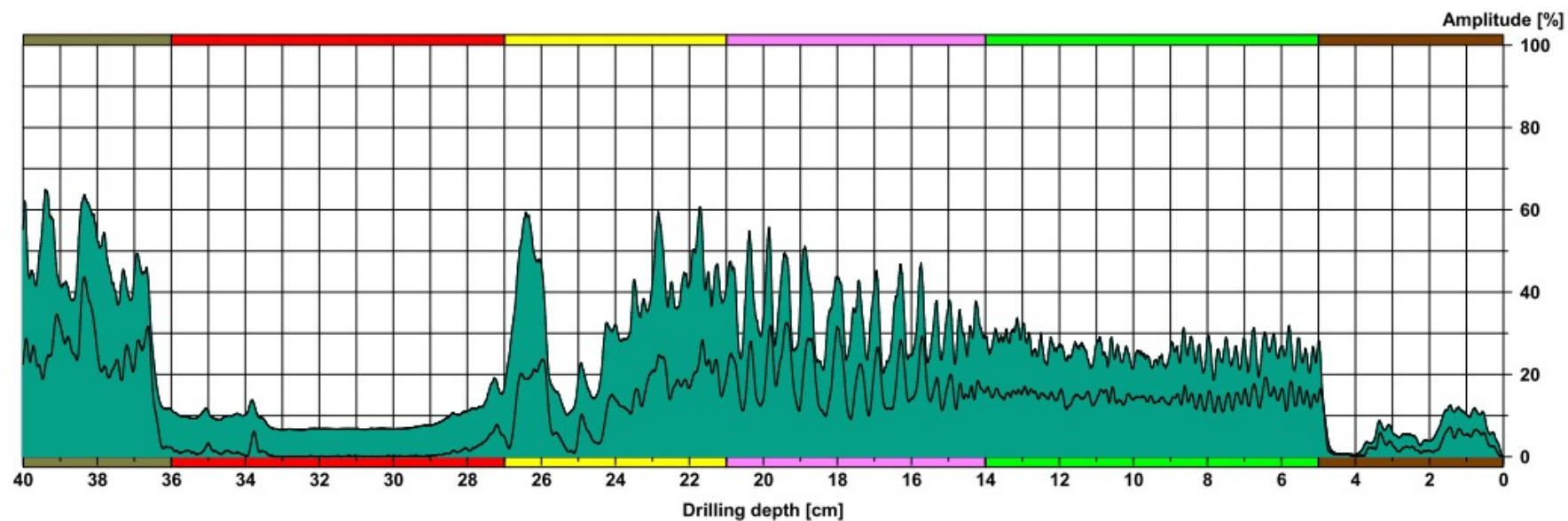
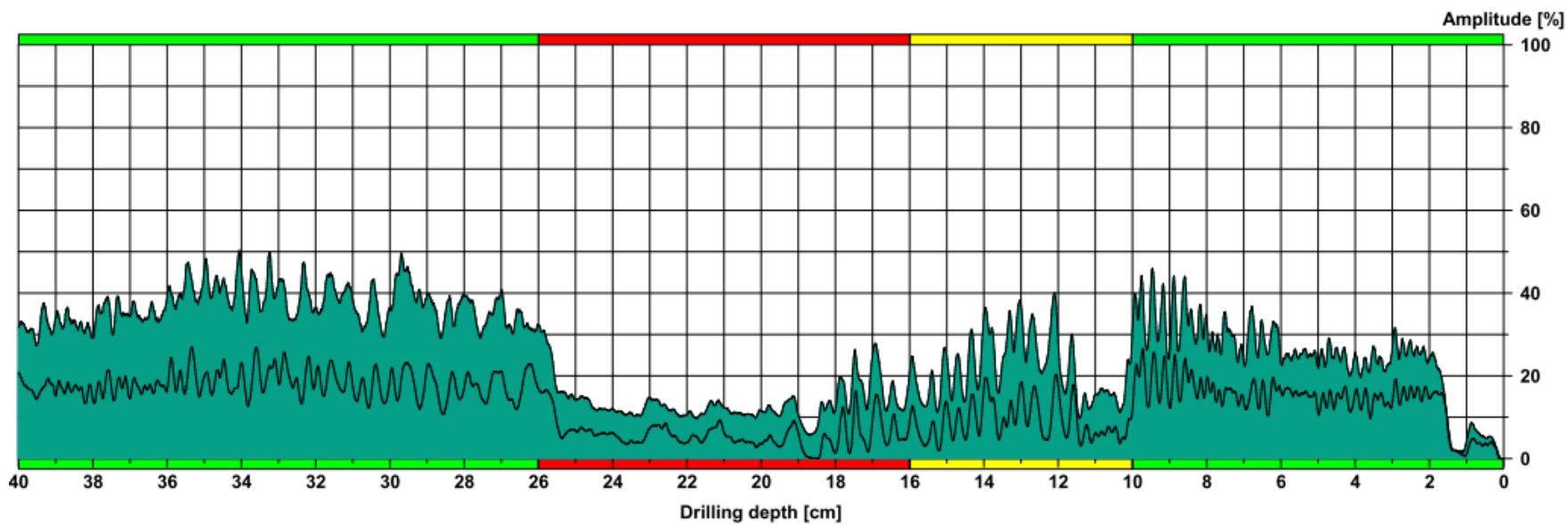
UN CASO REALE

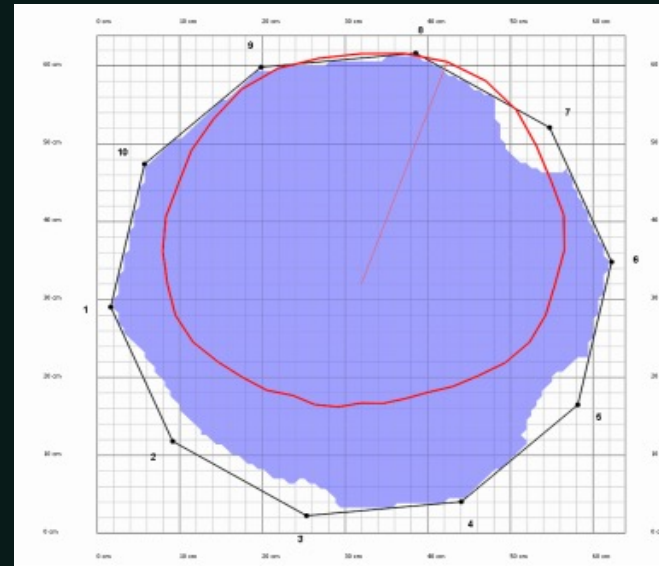
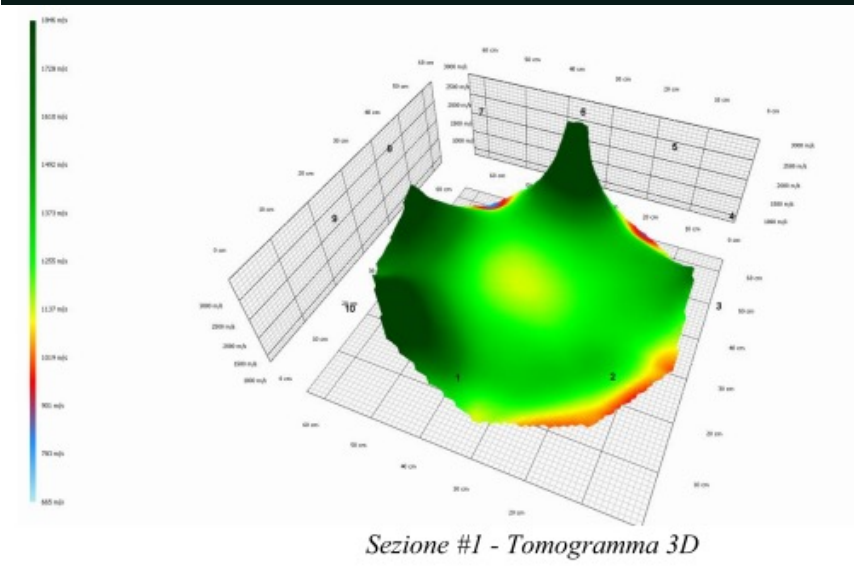
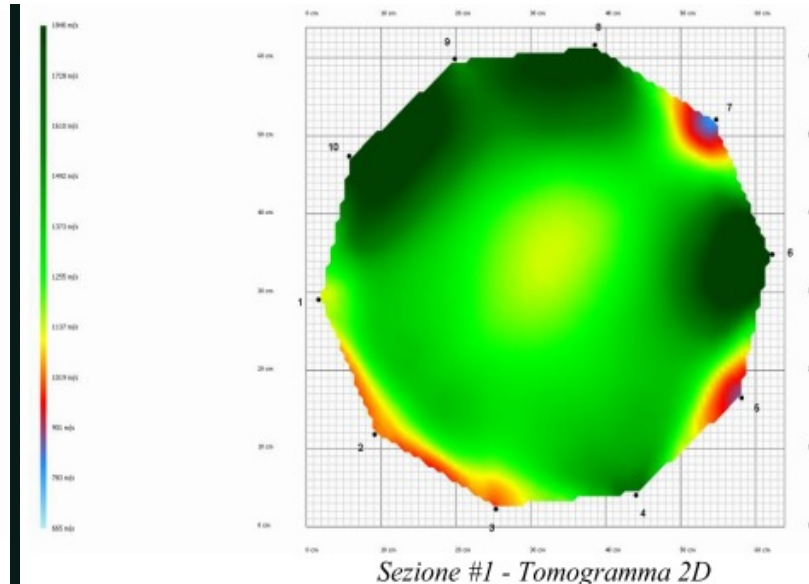
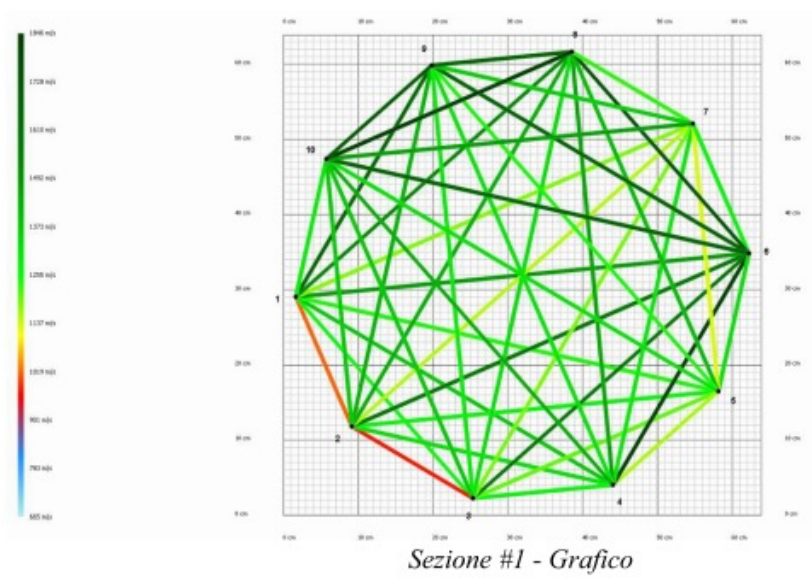


A causa della caduta improvvisa di un albero sul versante verso il Teatro di Marcello area Campidoglio di un *Pinus pinea* di grandi dimensioni, si ipotizza l'abbattimento dei restanti 4 alberi, per mettere l'area in sicurezza

PROBLEMA: Di comune accordo con l'amministrazione pubblica si ha un problema non solo di sicurezza ed incolumità pubblica ma paesaggistico parliamo del profilo del Campidoglio

La prova strumentale penetrometrica effettuata mediante densodensimetro IML Resi 400 o PD. Questo tipo di indagine, essendo invasiva, viene effettuata solo in alcuni casi e/o punti dove risulta necessario effettuare un confronto sull'esito dell'analisi visiva esterna.





ANALISI COMPARATIVA PINUS PINEA N. 12 TRA IL VENTO DI PROGETTO A 33 m/s - 28 m/s TIRO LATO DI COMPRESSIONE

RISULTATO PARAMETRO VENTO DI PROGETTO 33 m/s

Elaborazione Dati

Nome	Pinus pinea 12
Altezza corda	14,2 m
Livello ancoraggio	0,80 m
Velocità vento	33 m/s
Area chioma	79,4 m ²
Altezza centro chioma	15,78 m
Fattore Drag	0,22

Dati Inclino metro 1

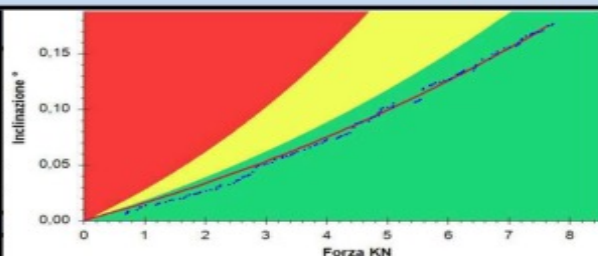
Angolo Alpha	0,42 gradi
Forza Massima	23809,26 N
Momento Massimo	308696,81 Nm
Momento Vento	180106,47 Nm
Fattore Sicurezza	1,71

Dati Inclino metro 2

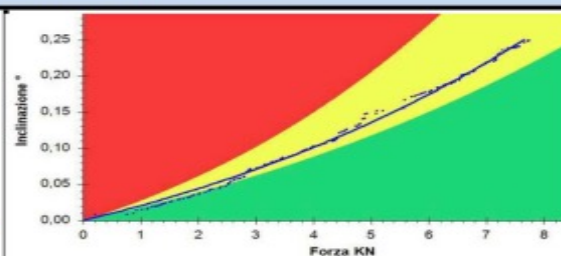
Angolo Alpha	0,42 m
Forza Massima	18731,02 N
Momento Massimo	242855,3 Nm
Momento Vento	180106,47 Nm
Fattore Sicurezza	1,35

Velocità critiche del vento

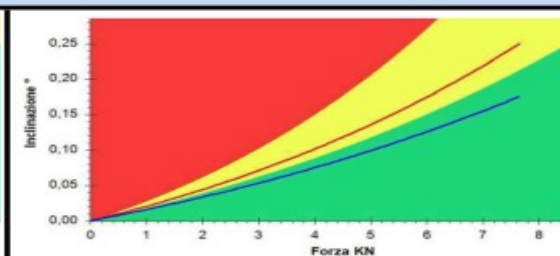
Fv critico inclino 1	43 m/s
Fv critico inclino 2	38 m/s



Inclino metro 1: Punti blu e linea rossa funzione inclinazione



Inclino metro 2: Punti rossi e linea blu funzione inclinazione



Fattore di sicurezza (SF): linee rosse e blu area di sicurezza

VALUTAZIONE

SI VEDA RELAZIONE TECNICA

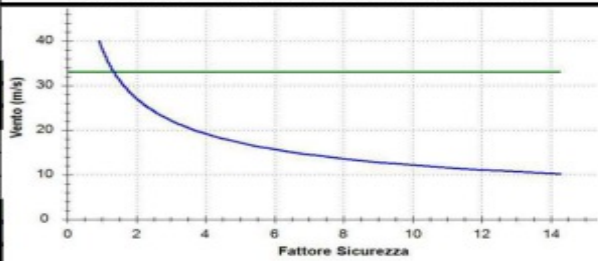
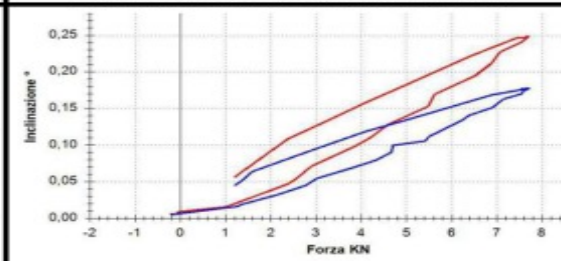


Grafico vento: linea blu cedimento, linea verde vento di progetto



Ritorno elastico: linea blu inclino 1, linea rossa inclino 2

RISULTATO PARAMETRO VENTO DI PROGETTO 28 m/s

Elaborazione Dati

Nome	Pinus pinea 12
Altezza corda	14,2 m
Livello ancoraggio	0,80 m
Velocità vento	33 m/s
Area chioma	79,4 m ²
Altezza centro chioma	15,78 m
Fattore Drag	0,22

Dati Inclino metro 1

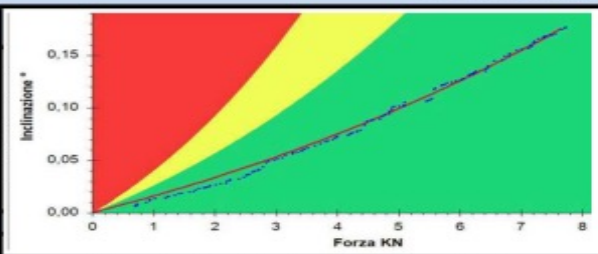
Angolo Alpha	0,42 gradi
Forza Massima	23809,26 N
Momento Massimo	308696,81 Nm
Momento Vento	129663,43 Nm
Fattore Sicurezza	2,38

Dati Inclino metro 2

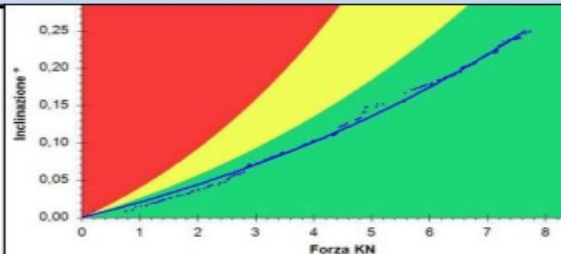
Angolo Alpha	0,42 gradi
Forza Massima	18731,02 N
Momento Massimo	242855,3 Nm
Momento Vento	129663,43 Nm
Fattore Sicurezza	1,87

Velocità critiche del vento

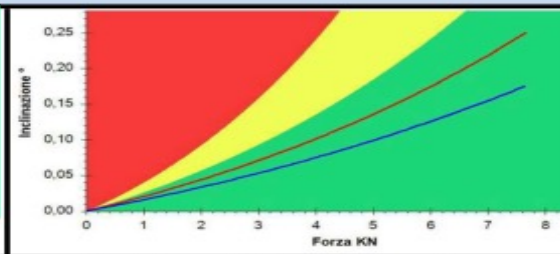
Fv critico inclino 1	43 m/s
Fv critico inclino 2	38 m/s



Inclino metro 1: Punti blu e linea rossa funzione inclinazione



Inclino metro 2: Punti rossi e linea blu funzione inclinazione



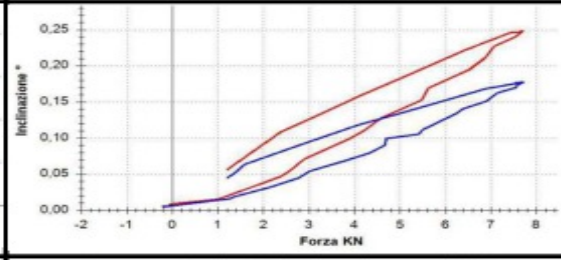
Fattore di sicurezza (SF): linee rosse e blu area di sicurezza

VALUTAZIONE

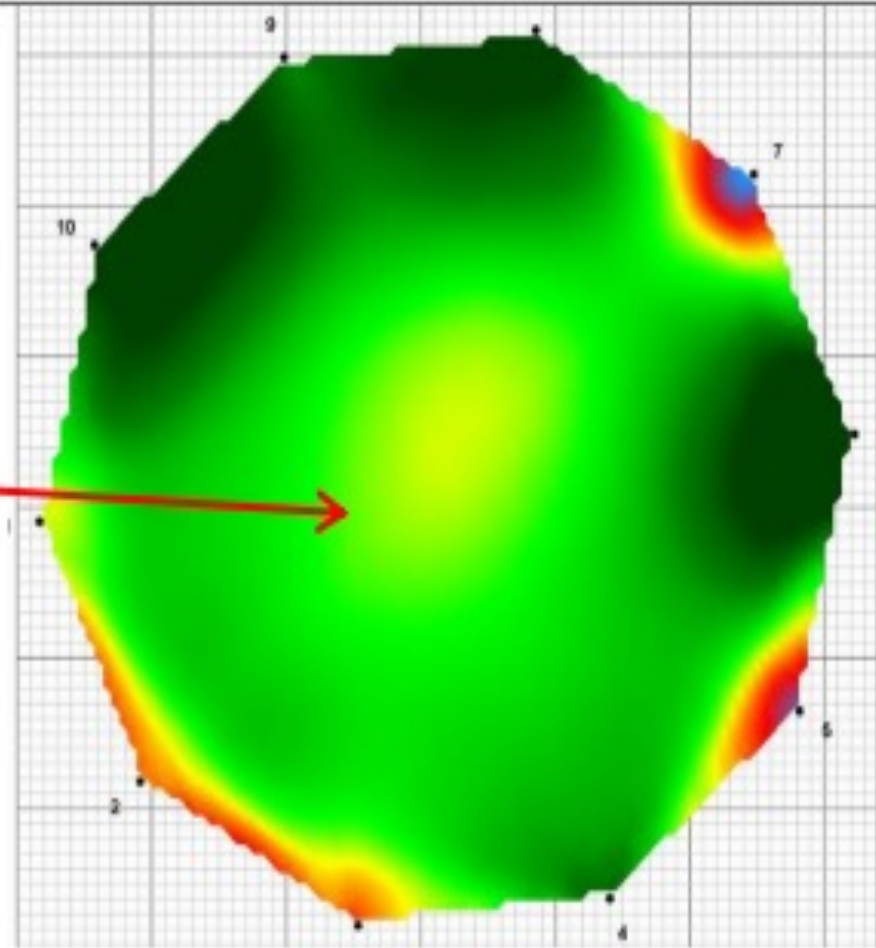
SI VEDA RELAZIONE TECNICA



Grafico vento: linea blu cedimento, linea verde vento di progetto



Ritorno elastico: linea blu inclino 1, linea rossa inclino 2





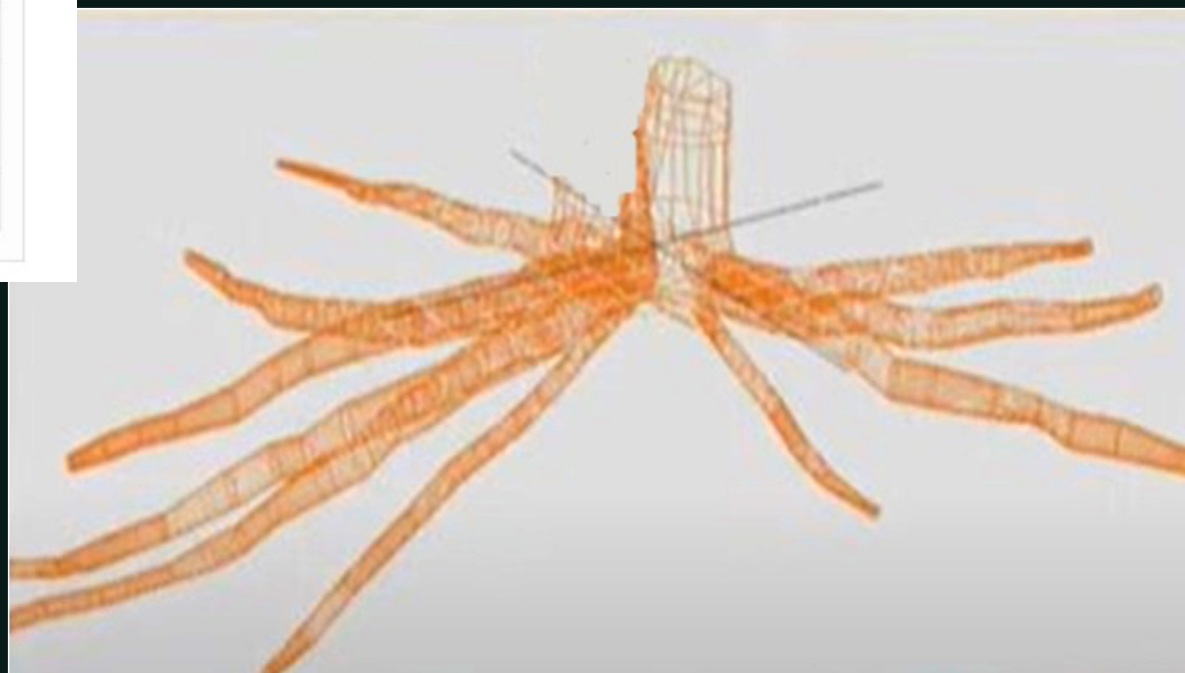
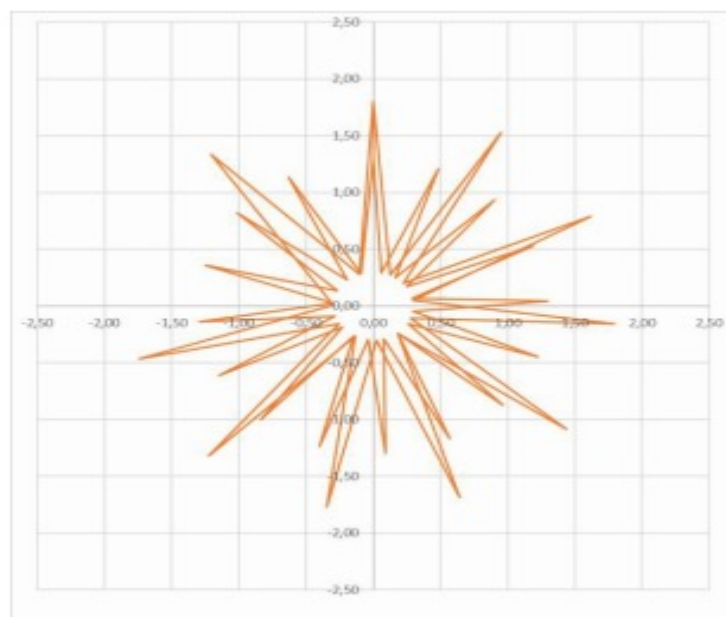
PIAZZA DELLE NINFEE
SANTA MARIA DELLA PIETA'
ROMA

UN CASO REALE

5 4 PINI



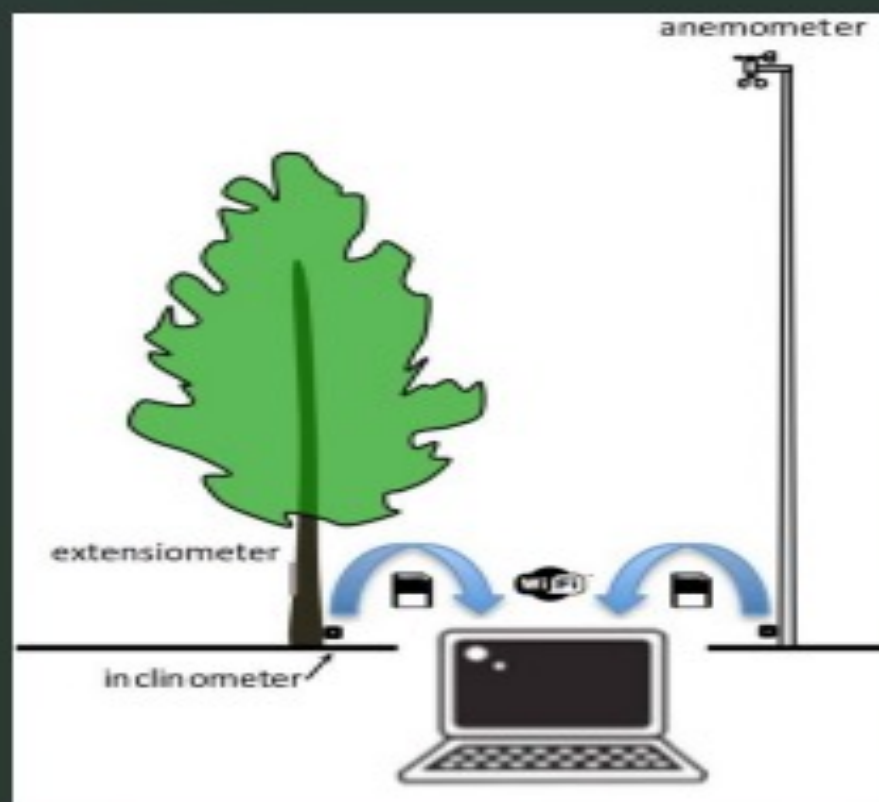
Tomografia dell'apparato radicale, Con l'analisi conducibile per mezzo del Root Detector della Fakopp, è possibile evidenziare lo sviluppo spaziale dell'apparato radicale di un albero in terreno libero (senza coperture), questo sistema attraverso l'ausilio delle onde soniche individua le radici, suddividendole per dimensioni e orientamento spaziale. Così da poter restituire un grafico, che permette al tecnico di comprendere dimensione, qualità delle radici e quindi aiutarlo nella scelta dei più adeguati sistemi di gestione dell'albero esaminato. L'indagine non è invasiva e non è distruttiva.







Prova dinamica di valutazione della resistenza al taglio trasversale/tangenziale della zolla radicale



Il sistema **Dyna Root** sfrutta la forza del vento per eseguire un'analisi di trazione dinamica dell'albero. E' costituito da quattro componenti principali:

- **Un anemometro.**
- **Inclinometro.**
- **Estensimetro.**
- **Software di analisi dati.**

È un tipo di indagine non invasiva, lo strumento fornisce dati di inclinazione molto precisi nell'ordine dello 0,001 gradi. Con l'estensimetro si misurano le oscillazioni di allungamento del tronco. Il calcolo del fattore di sicurezza non è diverso da quello utilizzato per la prova di trazione, tranne, in questo caso, al posto della forza viene utilizzata la pressione del vento e vengono utilizzati i parametri statistici al posto dei momentanei valori di pressione e inclinazione del vento. Esiste una relazione

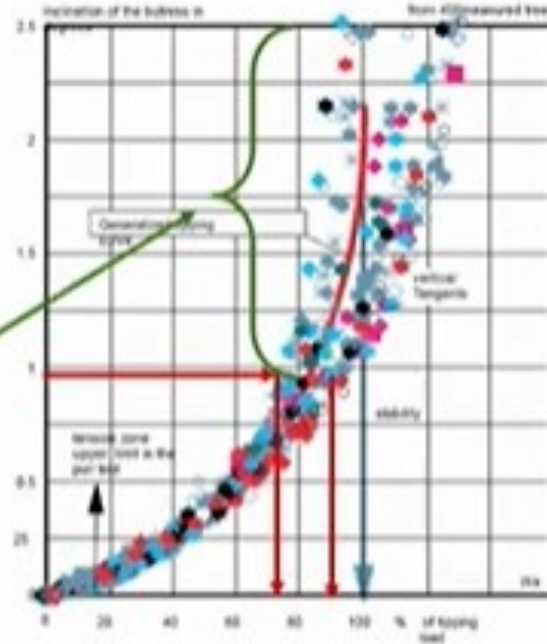
tangenziale tra la pressione del vento e l'inclinazione dell'albero e la pressione critica del vento possono essere calcolate dalle curve.

Dal punto di vista evolutivistico gli alberi quando succedono eventi intensi o eccezionali se non sono adatti a sopportarli cadono.

I superstiti sono i più idonei.

Le sollecitazioni ambientali sono quelle che inducono negli alberi i biochimismi che promuovono lo sviluppo di strutture capaci di sostenerli.

Probabilmente gli alberi sradicati tramite un'intensa trazione hanno subito fino ad un certo punto delle sollecitazioni a cui erano già stati sottoposti naturalmente mentre per quelle più intense si tratta della prima ed unica volta.



La curva «generalizzata di sradicamento» mostra graficamente che c'è buona **CORRELAZIONE** tra il carico prodotto dalla trazione e l'inclinazione della zolla radicale:

per raggiungere l'inclinazione di $0,25^\circ$ occorre applicare il 40% del carico stimato necessario ad inclinare l'albero di $2,5^\circ$;

per raggiungere l'inclinazione di $0,5^\circ$ occorre applicare il 60% del carico stimato necessario ad inclinare l'albero di $2,5^\circ$.

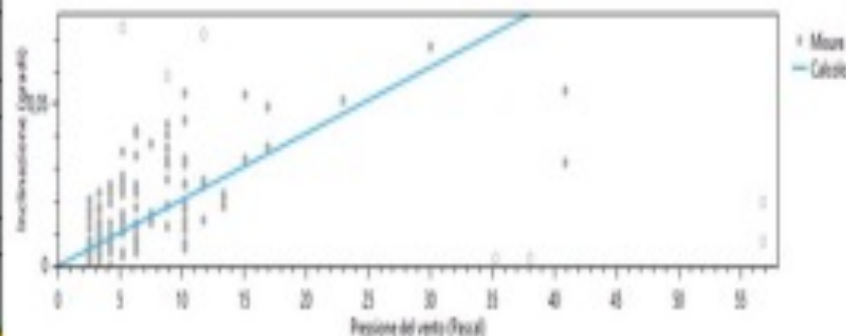
Il massimo del carico è quello prodotto per raggiungere l'inclinazione di $2,5^\circ$ circa

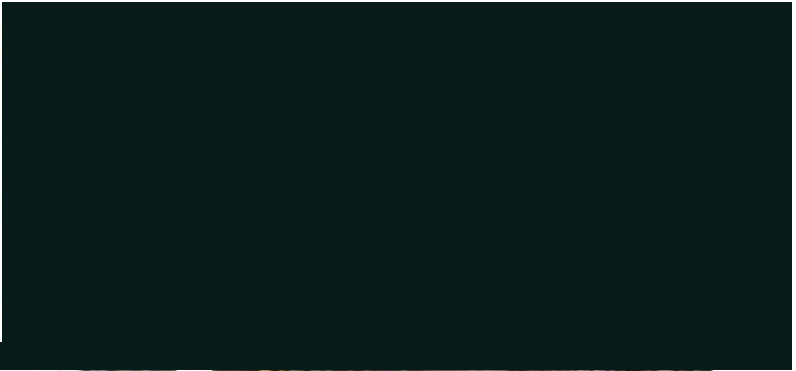
ANALISI COMPARATIVA DEL RILIEVO ESEGUITO

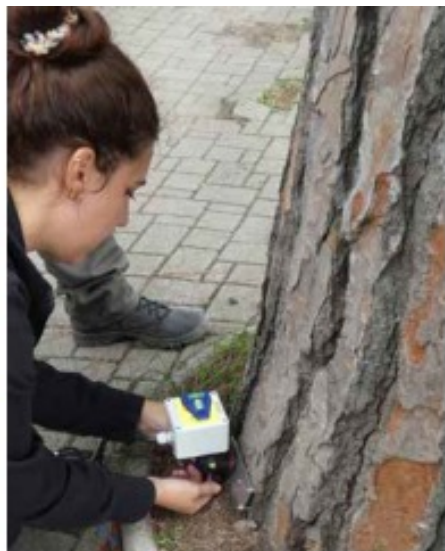
RISULTATO ANTE ANCORAGGIO

SPECIE ALBERO			GRAFICO	
Pinus pinea				
NUMERO ALBERO			PRESSIONE CRITICA DEL VENTO (Pascal)	
145				
ANEMOMETRO			796 ± 163	
Velocità max del vento Km/h	30		COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE	
			0,6595	
Direzione media	323		VELOCITA' DEL VENTO DI RIFERIMENTO (Progetto) Km/h	
INCLINOMETRO - DATI ABBINATI				
			101	
INIZIO DEL RILIEVO	DATA	ORA	FATTORE DI SICUREZZA	
	29/08/2020	16:53		
DURATA DEL RILIEVO ore:minuti			ROOT	1,34
03:26				
AMPIEZZA DELLA FINESTRA STATISTICA			GIUDIZIO	Pericolo moderato
1				

The scatter plot displays the relationship between Wind Pressure (Pascal) on the x-axis and Wind Velocity (Km/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 55, and the y-axis ranges from 0 to 100. Data points are represented by small circles, and a blue line indicates the calculated trend. The legend shows 'Misura' (Measurement) as a circle and 'Calcolo' (Calculation) as a line.



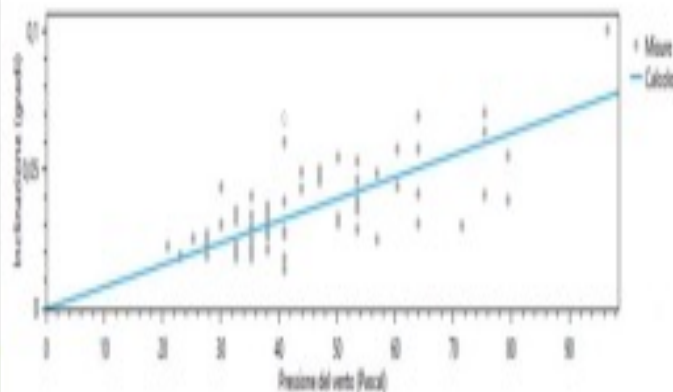




RISULTATO POST ANCORAGGIO

SPECIE ALBERO			GRAFICO	
Pinus pinea				
NUMERO ALBERO			PRESSIONE CRITICA DEL VENTO (Pascal)	
145				
ANEMOMETRO			2047 ± 274	
Velocità max del vento Km/h	46	COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE		
Direzione media	157°	VELOCITA' DEL VENTO DI RIFERIMENTO (Progetto) Km/h		
INCLINOMETRO - DATI ABBINATI				
INIZIO DEL RILIEVO	DATA	ORA	FATTORE DI SICUREZZA	
	21/11/2020	09:40		
DURATA DEL RILIEVO ore:minuti			ROOT	3,75
05:50				
AMPIEZZA DELLA FINESTRA STATISTICA			GIUDIZIO	Pericolo scarso
5				

101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	
101	
0,7369	



N. ALBERO	COEFFICIENTE	
	ANTE OPERAM	POST OPERAM
143	1,03	1,82
145	1,34	3,75
151	0,74	1,91
171	1,5	1,91
672	1,16	3,07
688	0,68	1,52

CONCLUSIONI

LA VERIFICA DI STABILITÀ È QUINDI IL FRUTTO DELLA
CONOSCENZA ESPERIENZA CAPACITÀ D'USO
DELL'ANALISI STRUMENTALE ADEGUATA

- ANAMNESI
- VISITA CLINICA, verificare adeguatamente con scrupolo la casistica del paziente albero
- ANALISI ADEGUATE: compreso il problema verifico con l'adeguata strumentazione
- DIAGNOSI: riconosco la condizione del paziente albero
- PROGNOSI: determino l'evoluzione sul decorso di un determinato quadro diagnostico
- PRESCRIZIONI: CPC, Rischio, cure o ulteriori interventi



CIAO LUIGI SEMPRE CON NOI!

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

DOTT. AGR. ANDREA SANTACROCE
VICE PRESIDENTE NAZIONALE
SOCIETA' ITALIANA DI ARBORICOLTURA (S.I.A.)



STUDIO BEEAGRO

