

# Alla radice del problema

Esemplare di cedro (*Cedrus atlantica*) in contesto urbano.

Arianna Ravagli

Testo di Paolo Ambrosi <sup>(1)</sup>, Valentin Lobis <sup>(2)</sup>, Giorgio Maresi <sup>(1)</sup>, Cristina Salvadori <sup>(1)</sup>, Nicola La Porta <sup>(1)</sup>, <sup>(1)</sup> Unità operativa foreste, DRNA, Centro sperimentale Istituto Agrario di S. Michele all'Adige, <sup>(2)</sup> biologo

Quanto incide sulla stabilità di una pianta l'integrità del suo apparato radicale? Una ricerca ha indagato le modalità di caduta di cinque alberi soggetti a trazione e a una graduale amputazione delle radici

**U**na pianta può cadere per vari motivi e il controllo della sua stabilità deve, pertanto, tenere conto di una molteplicità di parametri che solo una notevole esperienza diagnostica può elaborare in funzione dei diversi ambienti in cui essa vegeta.

In Italia, le tecniche maggiormente conosciute per valutare la stabilità degli alberi sono: il Vta (Visual tree assessment), il Sia (Statics integrated assessment) e il Sim (Statics integrated method). Mentre il Vta <sup>(6)</sup>, metodo di controllo visivo dell'albero, da anni rappresenta l'approccio di base per le valutazioni grazie al protocollo Sia/Isa <sup>(8)</sup>, Sia e Sim <sup>(13)</sup>, di più recente acquisizione, sono tecniche che valuta-

no la capacità di resistenza di un albero volta determinati parametri quali la specie botanica, l'altezza, l'effetto vela della chioma, il diametro del tronco e l'esposizione del vento.

L'impiego di queste metodiche richiede, però, l'uso di sofisticate strumentazioni (per esempio, il Sim permette di conoscere la capacità di resistenza al vento di qualsiasi pianta) e una discreta esperienza dell'operatore, che deve essere in grado di individuare tutti i difetti della pianta, compresi quelli dell'apparato radicale. Proprio questi ultimi, nella maggior parte dei casi, rappresentano il punto debole di qualsiasi osservazione visiva. Piante che da un punto di vista fisiologico si trovano in buone ►

## Valutazione della stabilità degli alberi: metodi a confronto

	Via - Visual tree assessment	Sia - Static integrated assessment	Sim - Static integrated method
<b>DEFINIZIONE</b>	Metodo visivo (biologico e meccanico) per controllare la stabilità degli alberi	Metodo meccanico costituente della valutazione visuale IBA* dell'albero (biologica e meccanica)	Metodo strumentale per controllare la stabilità degli alberi
<b>CARATTERISTICHE</b>	Controllo visuale dei difetti e della vitalità. Il metodo aiuta a riconoscere i difetti dell'albero per mezzo di segnali esterni; se vengono riscontrati sintomi di difetti, essi vengono esaminati con analisi strumentali: percussione con martello a impulsi, Resistograph e frattometro.	Valutazione statica integrata che prende in considerazione il carico del vento secondo la normativa tedesca DIN 1055 e 1056; metodo sviluppato per l'applicazione comune in campo che valuta le riserve di sicurezza di un albero contro le raffiche del vento.	All'albero esaminato viene applicato un carico controllato; mediante l'utilizzo di un elastomero vengono misurate le dilatazioni sulla superficie dell'albero, poi confrontate con il carico della rottura del legno esente da difetti; mediante l'utilizzo di un inclinometro viene misurata l'inclinazione della zolla radicale, in seguito confrontata con la curva generalizzata di ribaltamento.
<b>CRITERIO DI VALUTAZIONE</b>	t è costante Lo spessore della parete residua deve misurare almeno il 30% del raggio (t/R > 0,3)	t varia in funzione di: h/d, A e specie t = f (h/d, A, specie)	



Legenda: t=spessore della parete residua; R= raggio dell'albero; h=altezza dell'albero; d=diametro dell'albero; A=superficie della chioma (effetto vela con parametri anemometrici e topografici).

Nota: \* Iba (Integrierte baumanalyse): controllo visivo dell'albero (biologico e meccanico) sviluppato nel 1996 da Reinartz e Schlag all'Istituto per la diagnosi degli alberi, Colonia/Stoccarda (Germania).

Fonte: Valentin Lucis

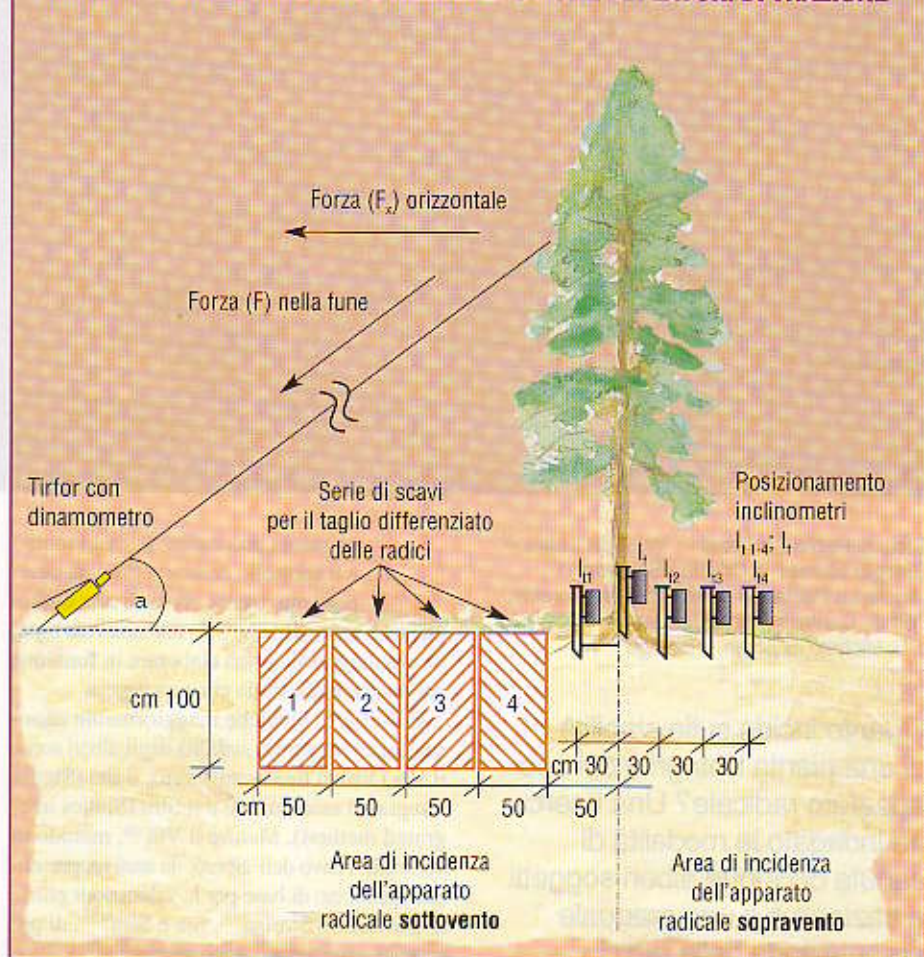
◀ condizioni di salute possono cadere all'improvviso per problemi legati alle radici. Sono caratteristiche importanti di queste ultime: l'integrità, le dimensioni naturali (lunghezza, diametro) e quelle dei raggi radiali parenchimali, la conformazione generale (fittonanti, fasciolate, superficiali) e quella della matrice del suolo radicato che, man mano che ci si allontana dal tronco<sup>(2)</sup>, perde in compattezza.

### Scopo del lavoro

Il lavoro<sup>(6)</sup> era volto a indagare le modalità di caduta di cinque piante integre e in buona salute (tre cedri, due abeti) sottoposte a trazione. Si è cercato di simulare la caduta dei soggetti come se questi fossero stati sottoposti a una forte raffica di vento<sup>(1,12)</sup>. Ciò per aumentare le conoscenze: sulla stabilità delle piante in relazione al carico necessario all'abbattimento di soggetti integri o che hanno subito tagli ai loro apparati radicali; sul loro diagramma di ribaltamento e sulle dimensioni della zolla radicale (porzione di suolo sottostante alla pianta che contiene la maggior parte delle radici primarie atte ad assicurare la funzione meccanica).

Tutte queste informazioni contribuiscono a una più precisa valutazione del rischio di caduta di una pianta, concorrendo a definire le distanze da rispettare negli scavi in ambito urbano e a valutare la pericolosità di soggetti sottoposti a forti raffiche di vento, in seguito alla comparsa di alterazioni del terreno, più o meno superficiali, in corrispondenza della zolla radicale delle piante (concavità e/o convessità).

**FIGURA 1 - SCHEMA ADOTTATO NELL'ESECUZIONE DEI LAVORI DI TRAZIONE**



Disegno di Roberto Luppi da originale degli autori

Nel mondo scientifico diverse sono le definizioni del raggio della zolla radicale ( $R_w$ ) sufficiente a garantire un adeguato ancoraggio della pianta: secondo Claus Mattheck<sup>(6,7)</sup> un soggetto con raggio del tronco ( $R$ ) pari a 40 cm presenta un  $R_w$  pari a 300 cm ( $64 \times R^{0,62}$ ), mentre per Lothar Wessoly<sup>(12,13)</sup> questo risulta pari a 120 cm ( $1,5 \times 2R$ ).

Prove di questo tipo sono risultate di non semplice attuazione in relazione: alla necessità di impiegare personale specializzato e strumentazioni sofisticate; all'allestimento, in un'area pubblica, di un complesso cantiere di lavoro; alla disponibilità all'abbattimento dei soggetti arborei testati. Per tutti questi motivi le piante sottoposte a trazione sono state cinque, scelte in due diversi contesti ambientali.

**Materiali e metodi**

Le prove sono state condotte su tre cedri collocati in aiuole circondate da vialetti e marciapiedi nel tessuto urbano di Trento (190 m slm) e due abeti rossi cresciuti nel parco pubblico di Levico, in provincia di Trento (460 m slm). Durante le sperimentazioni le condizioni meteorologiche non hanno presentato anomalie (forti raffiche di vento, variazioni notevoli di temperatura) e i terreni scavati sono risultati con un contenuto d'acqua inferiore alla capacità di campo<sup>(8)</sup>. Per avere informazioni più dettagliate sul substrato in cui vegetavano le piante, sono stati prelevati campioni di terreno ed eseguite le principali analisi chimico-fisiche.

In tabella 1 sono riportate le caratteristiche dendrometriche delle piante. La superficie della chioma è stata calcolata tramite fotografia digitale, conoscendo l'altezza dell'albero e attraverso un programma grafico computerizzato (interfacciato con il software Sim).

Le trazioni (figura 1) sono state effettuate con un paranco manuale collegato a una fune fissata a una determinata altezza sul fusto, agganciata a sua volta a un dinamometro che ne registrava il valore di carico. La fune era ancorata, a seconda dell'architettura della chioma, a metà dell'altezza, ritenendo che a tale quota vi possa essere il baricentro delle forze agenti durante la spinta del vento. Le altezze (metri) considerate sono risultate, per le piante dalla n. 1 alla n. 5, le seguenti: 9,2, 8,5, 7,2, 16,5, 16,3.

Le trazioni sono state condotte fino a raggiungere un'inclinazione dei tronchi, misurata al colletto, pari a  $0,25^\circ$  per non causare danni statici alle piante; solo nell'ultima serie di trazioni l'intensità del carico ha determinato il ribaltamento delle piante con l'intera zolla radicale. L'inclinazione dei tronchi è stata misurata con l'inclinometro, strumento usato nel metodo Sim per la valutazione della stabilità degli alberi<sup>(9)</sup>, collocato sul colletto del fusto (L) dalla parte opposta alla trazione.

Le sollecitazioni effettuate su ogni pianta sono state sei: la prima con apparato radicale integro (R), la seconda con apparato radicale tagliato a 2 m di distanza dal tronco ( $R_2$ ), la terza a 1,5 m ( $R_{1,5}$ ), la quarta a 1 m ( $R_1$ ), la

**Le fasi principali della sperimentazione**

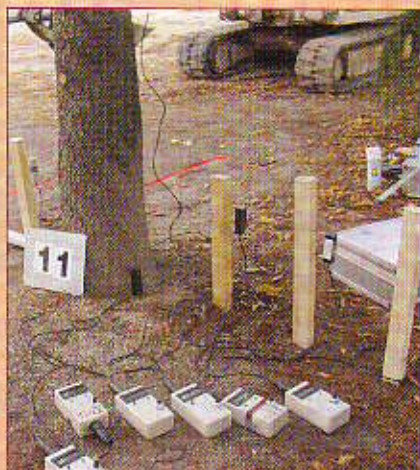
Cinque piante (tre cedri e due abeti) sono state sottoposte a prove di trazione per valutarne la stabilità ipogea in relazione all'integrità delle radici. La metodologia è simile per cedri e abeti tranne che per i movimenti del terreno: per i primi sono stati impiegati quattro inclinometri su picchetti di legno, per i secondi due inclinometri sul tronco.



**1** Per la trazione della pianta, che simula l'azione del vento, viene impiegato un paranco manuale.



**2** Il taglio delle radici a diverse distanze viene effettuato con l'ausilio di un escavatore.



**3** Per lo studio dell'inclinazione del tronco, si posizionano gli inclinometri sui picchetti.



**4** La pianta soggetta a trazione, con le radici tagliate a mezzo metro dal tronco, si schianta.

**TABELLA 1 - CARATTERISTICHE DENDROMETRICHE DELLE PIANTE**

	PIANTA N. 1	PIANTA N. 2	PIANTA N. 3	PIANTA N. 4	PIANTA N. 5
Specie botanica	<i>Cedrus deodara</i>	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Cedrus deodara</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Picea abies</i>
Diametro a 1 metro (cm)	38,5	43,3	27,1	61,5	72,5
Altezza (m)	17,5	17,5	18	28,5	30
Superficie chioma (m <sup>2</sup> )	35	59	25	89	144
Tipo terreno	Riporto	Riporto	Riporto	Naturale	Naturale
Età (anni)	29	27	27	60	61
Stato fitosanitario	Vitale	Vitale	Vitale	Vitale	Vitale

◀ quinta a 0,5 m ( $R_{0,5}$ ) e l'ultima con apparato radicale tagliato a 0,5 m dal tronco, ma con intensità tale da determinare la caduta della pianta. Ciò per indagare anche il comportamento di piante che presentano apparati radicali monchi in seguito a scavi eseguiti nelle immediate vicinanze dei loro tronchi.

Per il taglio delle radici alle quattro differenti distanze dal tronco ci si è serviti di un piccolo escavatore che ha effettuato quattro serie successive di scavi larghi 50 cm e profondi circa 1 m. Le radici che man mano affioravano da ciascuno scavo venivano tagliate con una sega a mano per impedire la loro spaccatura e le inevitabili conseguenti modificazioni della compattezza del terreno. Ogni intervento di scavo era seguito dalla prova di trazione, secondo la metodologia Sim. Durante le sperimentazioni sono stati registrati anche i movimenti del terreno sulla zolla radicale (dimensioni) per ottenere importanti informazioni per valutare nel migliore dei modi la stabilità di una pianta.

Lo schema adottato nell'esecuzione dei lavori è simile per le specie testate tranne che per le indagini sui movimenti del terreno<sup>(6)</sup>. Per le piante n. 1, 2 e 3 sono stati utilizzati quattro inclinometri ( $It_1, It_2, It_3, It_4$ ), tra loro equidistanti 30 cm e posizionati su picchetti di legno infissi saldamente al terreno. Per i soggetti n. 4, 5 i rilievi sono stati eseguiti direttamente sul terreno, misurando la distanza dal tronco alla crepa principale che, con l'incremento del carico di trazione, aumentava palesemente in dimensioni, segnando sul terreno il punto di rottura delle radici portanti. Questa seconda metodologia, che ha impiegato due inclinometri sul tronco, ha permesso di semplificare notevolmente le prove che, per motivi organizzativi, si dovevano condurre in un'unica giornata di lavoro.

## Risultati e discussione

Le analisi del terreno hanno fornito le seguenti indicazioni: nelle piante n. 1, 2 e 3, i terreni erano di medio impasto tendenti al sabbioso, leggermente alcalini, mediamente calcarei con tracce di calcare attivo, generalmente buono il contenuto in fosforo e in sostanza organica; nelle piante n. 4 e 5, le analisi sono risultate analoghe evidenziando però carenza di potassio ed elevato valore in magnesio assimilabile.

## Carichi di trazione

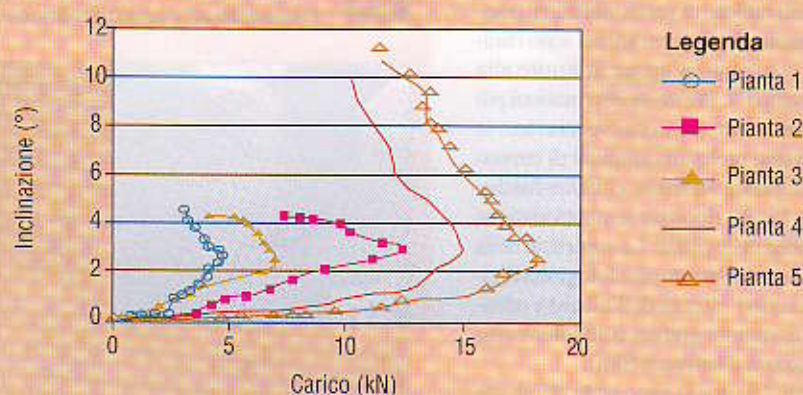
Prima dell'intervento di taglio all'apparato radicale, è stata effettuata un'indagine strumentale Sim per valutare la stabilità ipogea di ogni albero. Da questa prova di trazione risulta anche il carico massimo necessario da applicare alla pianta per ribaltarla. Lo scopo era capire di quanto la stabilità dell'albero testato si riduca man mano che vengono tagliate le radici. La tabella 2 evidenzia i massimi valori di trazione necessari a dare inizio alla fase di ribaltamento e quelli della componente orizzontale ( $F_x = F \cos \alpha$ ), entrambi misurati con radici tagliate a 0,5 m dal tronco, nonché quelli ipotetici calcolati con il modello matematico del software Sim

**TABELLA 2 - VALORI DI TRAZIONE APPLICATI O RICOSTRUITI**

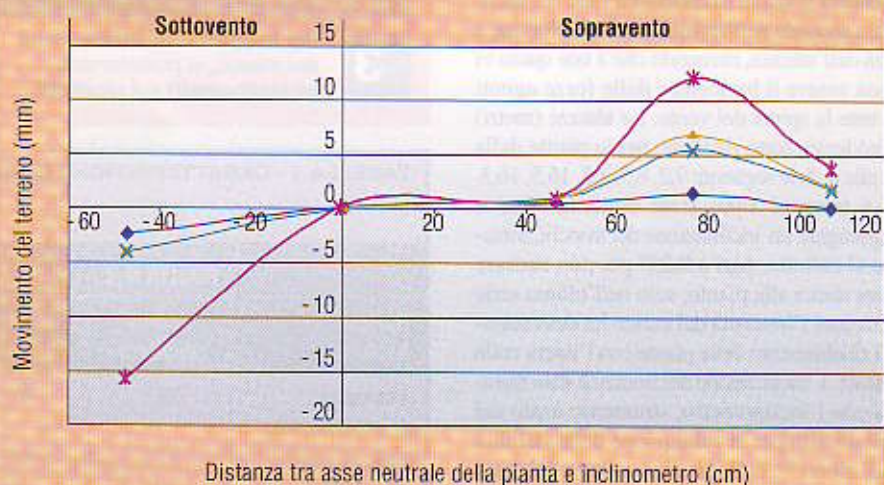
PARAMETRI	PIANTA N. 1	PIANTA N. 2	PIANTA N. 3	PIANTA N. 4	PIANTA N. 5
Carico massimo di ribaltamento $R_{0,5}$ (kN)	4,7	12,5	7	15,1	18,1
Carico massimo orizzontale ( $F_x$ ) di ribaltamento $R_{0,5}$ (kN)	4,44	10,92	5,86	13,99	16,63
Carico massimo di ribaltamento R (kN) ricostruito Sim	7,75	13,5	9,75	17,75	21
Carico orizzontale per inclinare il tronco di $0,25^\circ$					
$F_x R$ (kN)	3,21	5,47	2,35	5,3	7,8
$F_x R_2$ (kN)	2,93	5,54	- *	5,2	7,7
$F_x R_{1,5}$ (kN)	2,64	4,85	2,01	5,3	7,7
$F_x R_1$ (kN)	2,55	5,04	2,26	4,9	7,6
$F_x R_{0,5}$ (kN)	1,98	4,57	1,68	4,7	7,1
Riduzione di carico $R-R_{0,5}$ (%)	38,32	16,45	28,51	11,32	8,97

\* non si è fatto lo scavo a 2 m in considerazione delle ridotte dimensioni diametriche della pianta.

**GRAFICO 1 - DIAGRAMMA DI RIBALTAMENTO DELLE PIANTE**



**GRAFICO 2 - MOVIMENTI DI TERRENO MISURATI PER LA PIANTA N. 3**



Legenda —◆— Senza scavo —▲— Scavo a 1,5 m —×— Scavo a 1 m —\*— Scavo a 0,5 m

Nota: inclinazione della pianta=0,25°; diametro del tronco=27,1 cm