La valutazione della stabilità degli alberi è un argomento particolarmente interessante ed importante per le implicazioni pratiche connesse. Il metodo proposto in questo articolo non è né nuovo né innovativo, è semplicemente poco conosciuto e decisamente poco applicato in Italia; si basa su un approccio all'albero che prende in considerazione parametri e variabili (come ad esempio caratteristiche dei materiali, geometria delle forme, carichi in gioco, fattori di sicurezza ecc...) più familiari all'ingegneria che non alle scienze forestali. L'articolo di per sé, non fornisce spiegazioni tecnico/scientifiche particolarmente dettagliate e sufficienti da permettere agli operatori di applicare la metodologia presentata; né vuole essere l'occasione per un confronto critico delle tecniche e metodologie di valutazione della stabilità degli alberi oggi in uso. Lo scopo della pubblicazione di questo lavoro è principalmente quello di far conoscere ai tecnici italiani che operano nel settore l'esistenza di un metodo, adottato ufficialmente in diversi Paesi europei tra cui Germania, Svizzera, Austria e che può essere alternativo o, meglio, complementare a quelli già usati nel nostro Paese. ***Silvia Bruschini***

Valutazione della stabilità degli alberi

Il SIA (*Statics Integrated Assessment*) ed il metodo SIM (*Statics Integrated Method*)

di Valentin Lobis
Erk Brudi
Giorgio Maresi
Paolo Ambrosi

La valutazione della stabilità degli alberi finalizzata a prevenire il loro rischio di caduta è un problema che coinvolge le diverse figure professionali interessate alla gestione del verde, i proprietari delle piante e, in caso di danni, anche la magistratura. Recentemente il VTA - *Visual Tree Assessment* - (Mattheck e Breloer 1998) ha avuto una notevole diffusione anche nel nostro Paese, diventando spesso l'unico metodo di valutazione. Poco conosciute sono invece le metodologie non invasive SIA (*Statics Integrated Assessment*) e SIM (*Statics Integrated Method*), sviluppate presso l'Università di Stoccarda dall'Ing. Lothar Wessolly, responsabile dagli anni '80 di un progetto interdisciplinare finalizzato allo studio della statica degli alberi, denominato "Light weight constructions in nature".

I criteri adottati per determinare la sicurezza delle piante arboree nei confronti di rotture accidentali sono stati stabiliti valutando sperimentalmente gli aspetti statici di più di 3.000 piante, cresciute in diversi contesti ambientali (Wessolly e Erb 1998). Questi alberi, appartenenti a 51 specie diverse, sono stati sottoposti a trazione attraverso l'applicazione di un carico controllato e le loro risposte sono state valutate mediante l'uso combinato di uno strumento che misura la dilatazione delle fibre, messo a punto da Wessolly e da lui chiamato "elastometro" (*elastometer*), e di un inclinometro. Contemporaneamente è stato determinato un coefficiente di turbolenza aerodinamica (*Luftwiderstandsbeiwert* = *aerodynamic drag factor* = Cw) e, per ogni tipo di legno, sono stati determinati in laboratorio il modulo di elasticità, il limite di elasticità e il carico di rottura alla compressione nelle tre direzioni assiale, radiale e tangenziale.

In questa breve nota viene presentata in maniera sintetica e semplificata la teoria su cui si basa il metodo e la sua applicazione, con l'intento di far conoscere ai tecnici un nuovo strumento per definire l'aspetto della sicurezza nella corretta gestione del patrimonio arboreo. **Va ricordato, peraltro, che il SIA e il SIM sono attualmente impiegati come metodiche standard nel settore della valutazione arborea in Germania, Olanda, Repubblica Ceca, Svizzera e Austria e, come il VTA, sono importanti riferimenti tecnici per la magistratura di questi Stati.**

Il SIA

Teoria

Secondo il SIA, la struttura di un albero viene paragonata a quella di un edificio, per cui la determinazione della sicurezza statica e dinamica segue le regole della tecnica ingegneristica (Wessolly 1995; 1996). Seguendo questo approccio, tale determinazione è calcolata in relazione al cosiddetto "triangolo della statica" che considera l'inseparabile connessione ed equilibrio tra **carico, materiale e geometria** (Figura 1).

Il **carico** che agisce sull'albero è dovuto principalmente alla spinta del vento, in funzione dell'altezza della

Figura 1 - Il triangolo della statica e le sue componenti.

Specie	Modulo di elasticità in kN/cm²	Carico di rottura alla compressione[2] in kN/cm²	Limite di elasticità in %	Valore Cw proposto
Abies alba	950	1,5	0,16	0,20
Acer pseudoplatanus	850	2,5	0,29	0,25
Acer negundo	560	2	0,36	0,25
Acer campestre	600	2,55	0,43	0,25
Acer sacharinum	600	2	0,33	0,25
Acer sacharum	545	2	0,37	0,25
Aesculus hippocast.	525	1,4	0,27	0,35
Ailanthus altissima	640	1,6	0,25	0,15
Alnus glutinosa	800	2	0,25	0,25
Betula pendula	705	2,2	0,31	0,12
Carpinus betulus	880	1,6	0,18	0,25
Castanea sativa	600	2,5	0,42	0,25
Chamaecyparis law.	735	2	0,27	0,20
Cedrus deodora	765	1,5	0,20	0,20
Fagus sylvatica	850	2,25	0,26	0,25-0,30
Fraxinus excelsior	625	2,6	0,42	0,20
Larix decidua	535	1,7	0,32	0,15
Liriodendron tulipifera	500	1,7	0,34	0,25
Picea abies	900	2,1	0,23	0,20
Picea omorika	900	1,6	0,18	0,20
Pinus pinaster	850	1,8	0,21	0,20
Pinus sylvestris	580	1,7	0,29	0,15
Platanus x hybr.	625	2,7	0,43	0,25
Populus x canescens	605	2	0,33	0,2-0,25
Populus nigra „Italica"	680	1,6	0,24	0,30
Populus nigra	652	2	0,31	0,2
Populus alba	640	2	0,31	0,2
Pseudotsuga menziesii	1000	2	0,20	0,20
Pyrus communis	580	1,7	0,29	0,30
Quercus robur	690	2,8	0,41	0,25
Quercus rubra	720	2	0,28	0,25
Robinia pseudoacacia	705	2	0,28	0,15
Robinia monophy.	520	2	0,38	0,15-0,20
Salix alba	775	1,6	0,21	0,20
Sequoiadendron gig.	455	1,8	0,40	0,20
Sophora japonica	645	2	0,31	0,15
Sorbus aria	600	1,6	0,27	0,25
Tilia x hollandica	450	1,7	0,38	0,25
Tilia tomentosa	835	2	0,24	0,25-0,30
Tilia platyphyllos	800	2	0,25	0,25
Tilia cordata	830	2	0,24	0,25
Ulmus glabra	570	2	0,35	0,25

Tabella 1 - Valori di resistenza del *green wood* e coefficienti di turbolenza aerodinamica di alcune specie arboree nel Catalogo di Stoccarda (WESSOLLY e ERB 1998).

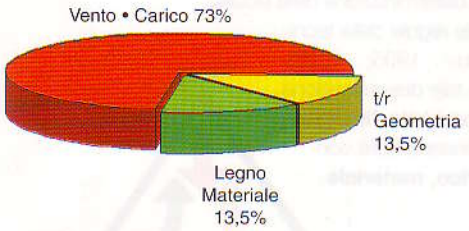

Figura 2 - Il differente peso percentuale del carico, del materiale e della geometria sulla sicurezza statica degli alberi.

pianta, alle differenti forme della chioma (che WESSOLLY ha schematizzato in: 1- cilindro sottile, 2- elissoidale, 3- sfera e 4- cuore (Figura 4)) e al loro coefficiente di turbolenza aerodinamica (Cw). Quest'ultimo valore esprime il modo con cui un albero si deforma sotto il carico del vento (Tabella 1), in funzione anche della permeabilità più o meno accentuata della sua chioma in *habitus* estivo pienamente "fogliato".

Il SIA assegna ad una chioma fitta e sana un carico massimo corrispondente ad un uragano, con la velocità di 32,5 m/s (grado 12 della scala anemometrica di BEAUFORT). L'esposizione dell'albero al vento è differenziata, secondo le indicazioni di DAVENPORT (1960; 1965), individuando tre ambienti in cui può essere collocata una pianta:

- aperta campagna (completamente esposta al vento);
- area periurbana, ossia paese o territorio con edifici bassi, (parzialmente protetta dal vento);
- città (protetta dal vento).

Tuttavia, anche in città si possono verificare situazioni di esposizione al vento (ad esempio a causa della canalizzazione per l'"effetto canyon"), per cui alcune piante non riparate dagli edifici vengono sollecitate come se fossero ubicate in aperta campagna e come tali devono essere considerate.

E' stato calcolato che un albero di una determinata altezza, in aperta campagna, ha bisogno per resistere alla forza del vento di un diametro del fusto[1], maggiore di circa il 10% rispetto ad un identico albero posto in città in posizione protetta (WESSOLLY e ERB 1998).

Il **materiale** ossia la componente della pianta che svolge un ruolo determinante nel resistere alla forza del vento, è il così detto ***green wood*** (legno verde o "vivo") dei rami, del fusto e delle radici primarie. Nella definizione data da WESSOLLY il *green wood* è il legno degli ultimi anelli di accrescimento, privo di difetti, che ha umidità superiore al 30% ed è caratterizzato da un notevole comportamento elastico: di fatto è quello che sopporta le maggiori sollecitazioni secondo le leggi della statica. Dalle prove di laboratorio è emerso che il *green wood* di farnia (*Quercus robur* L.) ha una capacità di resistenza alla compressione[2] pari al doppio (2,8 kN/cm²) di quello di ippocastano (*Aesculus hippocastanum* L.) (1,4 kN/cm²). I valori per le altre specie si trovano compresi tra questi due estremi, con una resistenza media pari a 2 kN/cm² (Tabella 1).

La **geometria** è intesa come dimensioni e forma della chioma, del fusto e delle radici. Affinché una pianta sia in grado di resistere, all'aumento del carico deve corri-

***(1)** Nella teoria presentata si fa riferimento sempre il diametro della pianta a 1 metro di altezza da terra, considerato sottocorteccia.*

***(2)** Questi dati corrispondono ai valori medi di resistenza alla compressione a cui è sottratta la deviazione standard, e sono ricavati da campioni di legno prelevati da parti diverse del fusto e dei rami delle piante.*

spondere un incremento delle dimensioni in particolare del fusto; inoltre, considerando anche le caratteristiche del materiale, il tronco di un ippocastano dovrà avere diametri maggiori rispetto a quello di una quercia con la stessa altezza e sottoposta al medesimo carico.
Nella Figura 2 viene mostrata l'incidenza delle tre componenti che partecipano alla sicurezza statica di base dell'albero. Il calcolo è stato effettuato con una semplice proporzione considerando il *range* di variazione di ciascuno dei tre parametri - carico, materiale e geometria - ottenuto sulla base di prove sperimentali. Come si può osservare il carico del vento è il fattore che influisce maggiormente rispetto agli altri due.
I dati sperimentali fino ad ora raccolti hanno evidenziato come allo stesso diametro del fusto possano essere associate dimensioni di chioma assai diverse e, pertanto, il carico subito in una tempesta può variare anche del 1.000% per alberi cresciuti in aperta campagna (completamente esposti) e mai potati (WESSOLLY e ERB 1998). Nella Figura 3 si vede, infatti, come fusti del diametro di 1 m possano sopportare momenti flettenti compresi tra 220 e 2.500 kNm. Considerando poi le diverse forme delle chiome e il loro differente Cw al vento, secondo gli standard tedeschi DIN 1055, il rapporto tra momento flettente (espressione del carico del vento) e diametro del fusto può variare di un fattore pari a 8, ossia fusti dello stesso diametro, ma di specie diverse o con chiome differenti, possono sostenere sotto lo stesso carico di vento sollecitazioni assai variabili. Di conseguenza la presenza di carie o di cavità nel tronco (con la relativa riduzione di *green wood*) ha decisamente minore importanza rispetto alle forti differenze che possono verificarsi sul carico provocato dal vento. Risulta pertanto difficile stabilire dei valori di sicurezza standard solo sulla base del rapporto t/R (dove t è lo spessore della parete residua sana ed R il raggio del fusto secondo il metodo VTA).
Questo fa sì che il carico individuale per ciascuna pianta debba essere determinato in funzione della posizione (protetta od esposta al vento), della forma della chioma e delle dimensioni (altezza e diametro dell'albero). La profondità e la larghezza della chioma sono considerate meno influenti dell'altezza della pianta nei confronti del carico del vento (DAVENPORT 1965) e, nell'applicazione pratica, viene pertanto esaminata la sola forma della chioma. Va ricordato che, secondo DAVENPORT, la velocità del vento cresce in maniera esponenziale man mano che ci si alza da terra: questo concetto è recepito nelle normative DIN 1055 / DIN 1056 a cui WESSOLLY si richiama.
Nelle formule utilizzate entrano comunque in gioco una serie di fattori e coefficienti come la frequenza di oscillazione, il coefficiente aerodinamico, ecc. che considerano anche il peso della pianta e delle sue parti; il momento flettente (**Mf**) viene infatti calcolato con:

$$Mf = Cw\ \rho/2\ fr\ A\ u^2 h$$

dove
Cw = coefficiente di turbolenza aerodinamica;
ρ = peso specifico dell'aria;
fr = frequenza di risonanza dell'oscillazione della pianta;
A = superficie della chioma intesa come intersezione della chioma con un piano perpendicolare alla direzione del vento che passa attraverso l'asse longitudinale della pianta;
u =velocità del vento;
h =altezza pianta.

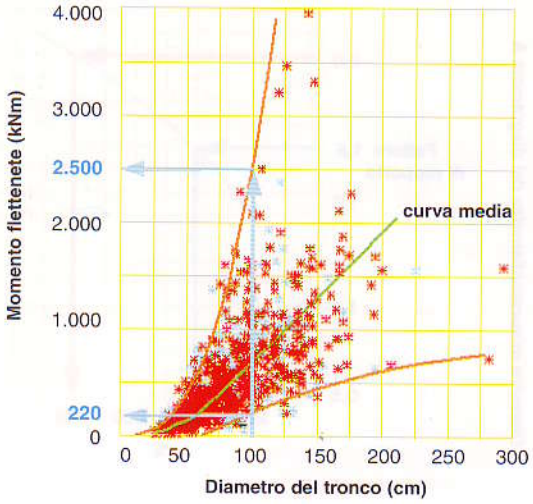

Figura 3 - Rapporto fra diametro del tronco e carico del vento pari ad un uragano con la velocità di 32,5 m/s (grado 12 della scala anemometrica di BEAUFORT). Con identico diametro (ad es.100 cm) il carico causato da un uragano può variare da 220 a 2.500 kNm.

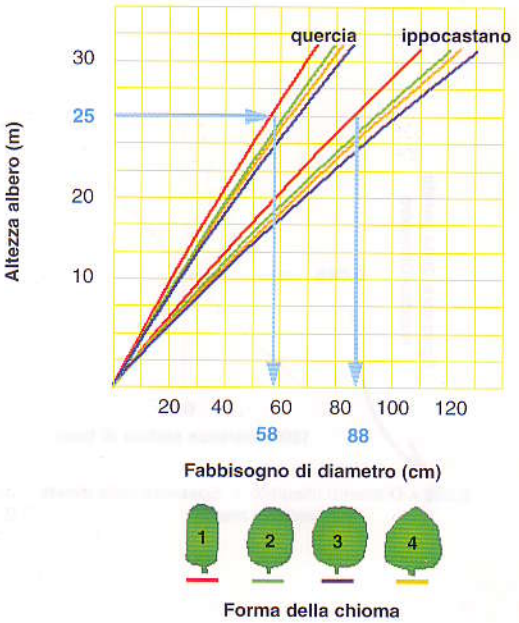

Figura 4 - Applicazione del SIA: Il **diagramma A** serve per individuare il diametro necessario per la sicurezza dell'albero. Nell'esempio per una quercia di 25 metri di altezza risulta un diametro di 58 cm mentre per un ippocastano con la stessa altezza sono necessari 88 cm.

Partendo sempre dai dati raccolti (WESSOLLY e ERB 1998) ed inserendo tutti i fattori coinvolti nelle formule, sono stati elaborati alcuni grafici per rendere applicabile in maniera semplice ed immediata il SIA sulle principali specie arboree. I grafici sono stati riuniti in un prontuario di campagna che qualsiasi tecnico addetto alla gestione del verde può facilmente utilizzare per una prima valutazione di stabilità senza l'impiego di alcuna specifica strumentazione (i manuali nella versione italiana sono disponibili presso gli indirizzi riportati nelle "Info. Articolo").

Applicazione

Nella pratica, per stabilire la sicurezza di un albero situato in un determinato ambiente (aperta campagna, area

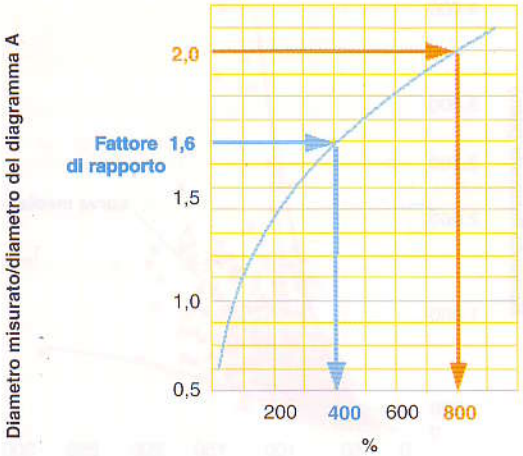

Figura 5 - Applicazione del SIA: Il **diagramma B** permette di calcolare la sicurezza statica di base. Con il rapporto tra diametro misurato sottocorteccia e il diametro trovato sul diagramma A, si ottiene un valore di entrata nel diagramma B con cui si individua il valore percentuale che esprime la sicurezza statica di base.
Riprendendo l'esempio precedente, la quercia presenta un diametro reale di 93 cm. per cui il rapporto fra i diametri risulta pari a 1,6, corrispondente ad un valore di sicurezza statica di base di 400%.

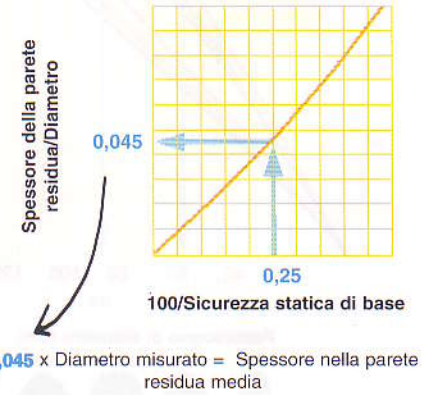

Figura 6 - Applicazione del SIA: il **diagramma C** determina il valore minimo della parete residua.
Dividendo 100 per il valore di sicurezza statica di base trovato, si ottiene un quoziente che sul diagramma C individua un coefficiente. Moltiplicando quest'ultimo per il diametro misurato si ricava lo spessore della parete residua necessaria per la stabilità. Nel caso in esempio al quoziente di 0,25 (100/400), corrisponde il coefficiente 0,045 che moltiplicato per 93 fornisce uno spessore di parete residua necessaria di 4,2 cm.

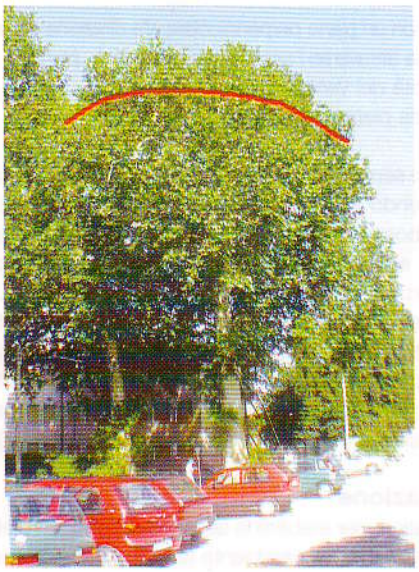

Foto 1 - Riduzione della chioma di una pianta con una sicurezza statica di base inferiore a 100 %.
La linea rossa mostra il profilo della potatura falciforme con cui si deve intervenire.

periurbana, città) con chioma riferibile alle forme definite (cilindro sottile, elissoidale, sfera e cuore), occorre procedere alla misura esatta dell'altezza e del diametro sotto corteccia (quest'ultimo viene determinato sottraendo da quello misurato lo spessore della corteccia che ha la pianta sulla base di una stima). Nel grafico di riferimento (Figura 4), scelto in funzione della specie, si individua la curva corrispondente alla forma della chioma più somigliante a quella della pianta esaminata (scegliendo nei casi dubbi la curva che dà valori di diametro più alti) e, in funzione dell'altezza misurata, si riconosce in ascissa il diametro corrispondente che risulta quello teoricamente richiesto. Il rapporto tra il diametro misurato e quello determinato dal grafico, permette di individuare nel diagramma in Figura 5 un valore in percentuale definito come **sicurezza statica di base** (*statische Grundsicherheit*) dell'albero. Valori assai elevati di sicurezza statica di base (400-600%) garantiscono una notevole stabilità. Valori prossimi o inferiori a 100% individuano, invece, situazioni in cui la pianta non dà garanzie di sicurezza.
Nel caso di presenza di cavità o di carie all'interno del tronco, si procede dividendo 100 per il valore di sicurezza statica di base trovato: il quoziente permette di individuare un coefficiente in un nuovo grafico (Figura 6). Moltiplicando questo coefficiente per il diametro misurato sottocorteccia, si determina il valore minimo della parete residua[3] di cui la pianta deve disporre per poter resistere al carico del vento. In situazioni dove non esista parete residua in uno o più punti, è prevista un'ulteriore riduzione del valore di sicurezza statica di base.
Infine, qualora necessario, un ulteriore grafico (Figura 7) permette di calcolare l'effetto della riduzione della chioma sulla sicurezza statica di base: viene individuato un coefficiente per il quale va moltiplicato il valore percentuale trovato inizialmente, in funzione dell'intensità di taglio, di 2 metri per volta da A a D. Riduzioni anche di soli 2 metri d'altezza portano a notevoli incrementi del valore di sicurezza statica di base. Va sottolineato che il tipo di potatura da adottare viene definita **falciforme** e consiste nel taglio della sola porzione alta della chioma, evitando il rilascio di rami isolati (Foto 1). Non occorre intervenire sulle parti più basse in quanto meno influenti per la riduzione del carico del vento (DAVENPORT 1965). Ovviamente l'intensità di potatura deve tenere conto dello stato generale di salute della pianta per evitare una eccessiva riduzione della superficie fogliare.

IL SIM IL METODO ELASTOMETRO-INCLINOMETRO

Il metodo elastometro-inclinometro SIM (WESSOLLY 1996) è una prova statica che valuta la resistenza alla rottura ed allo sradicamento di un albero sottoposto ad una trazione. Il sistema, non distruttivo, misura le risposte delle fibre legnose superficiali sottoponendole ad un carico controllato. Personale altamente specializzato ed

(3) Il dato reale viene ottenuto per differenza tra diametro del fusto e diametro interno della cavità.

esperto, utilizzando un elastometro[4] sul tronco ed un inclinometro sul colletto (Foto 2) effettua le numerose operazioni richieste. Con un paranco manuale, collegato ad una fune fissata sulla parte alta del fusto o sui singoli rami della chioma, viene applicata una trazione, il cui valore è registrato da un dinamometro (Figura 8). L'elastometro che viene posizionato in diverse zone del tronco cercando di individuare i punti più deboli, consente di misurare, con la precisione di 1/1.000 di mm, l'allungamento o l'accorciamento delle fibre legnose. I valori ottenuti sono confrontati mediante appositi programmi informatici con quelli di resistenza alla compressione derivati dal catalogo dei legni di Stoccarda (Tabella 1), tenendo conto del modulo elastico e del limite di elasticità secondo la legge di Hook[5]. Essi permettono l'individuazione del carico corrispondente alla deformazione, che, secondo la curva carico/deformazione, rappresenta il limite elastico del legno e l'inizio di una sua deformazione plastica.

Con l'inclinometro che ha la precisione di 1/100 di grado ed è di fatto una livella verticale posizionata al colletto della pianta, appena al di sopra del suolo, si verifica la stabilità dell'apparato radicale allo sradicamento dell'albero sottoposto a sollecitazione. Valori assai elevati rilevati dallo strumento possono evidenziare eventuali anomalie (carie o tagli) sulle radici stesse, permettendo in questo modo di avere un'indicazione reale sull'ancoraggio della pianta. Poiché il carico applicato nella trazione è sempre molto inferiore a quello teorico di rottura del legno considerato, non c'è il rischio di danneggiare le fibre sollecitate. Il SIM, per arrivare a definire in maniera precisa il carico di vento sopportabile dalla pianta, si avvale di un apposito programma grafico integrato dall'uso di immagini digitali che servono per calcolare l'area della chioma della pianta e il conseguente carico del vento ad una velocità di 32,5 m/s.

I tempi di intervento (generalmente almeno 3 ore per ogni pianta) ed i costi relativamente elevati (indicativamente 620,00-700,00 Euro) limitano i riscontri applicativi alla definizione della stabilità di piante monumentali o di gran pregio per le quali si vogliano ottenere indicazioni molto precise.

Conclusioni

Il SIA ed il metodo elastometro-inclinometro (SIM), si basano su un approccio per la valutazione della stabilità delle piante, completamente diverso rispetto alle conoscenze note nel VTA. Il centro delle indagini diventa la sicurezza statica di base della pianta che, come si è visto, può essere determinata con relativa facilità. L'albero viene considerato alla stessa stregua di un edificio che deve resistere alla forza massima del vento, considerando ovviamente un diverso coefficiente di turbolenza aerodinamica. In questo contesto, il ruolo dei difetti viene ridimensionato per la prevalenza del fattore carico legato alla dimensione della pianta nel suo particolare contesto

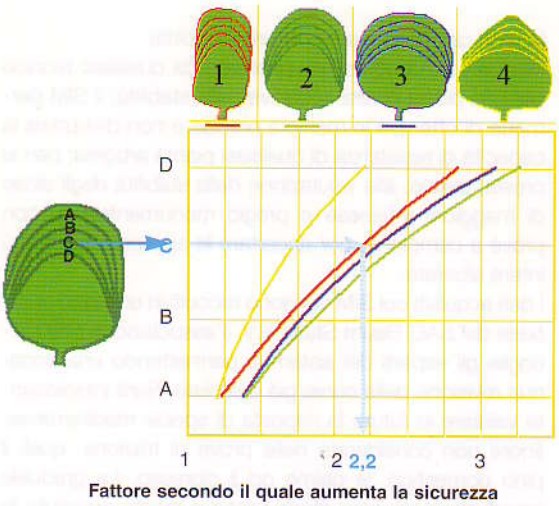

Figura 7 - Applicazione del SIA: nel **diagramma D** è possibile valutare l'effetto della riduzione falciforme della chioma. La sicurezza statica di base va moltiplicata per il fattore trovato in funzione dell'intensità di taglio (crescente da A a D).

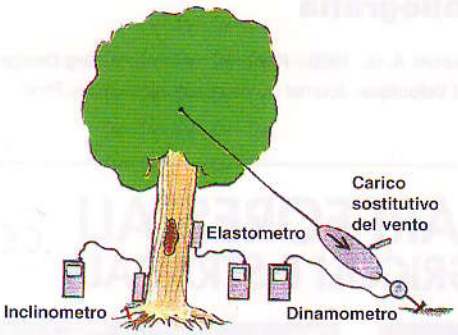

Figura 8 - Visualizzazione schematica del metodo SIM.

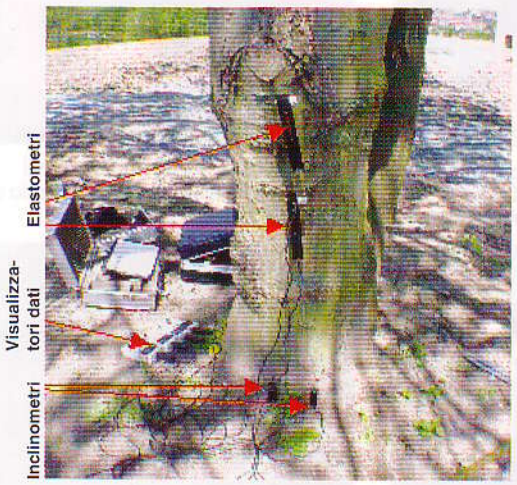

Foto 2 -Applicazione del metodo SIM su un tronco di faggio cariato.

(4) L'elastometro è uno strumento messo a punto da Wessolly e dotato di due aghi, uno fisso e l'altro mobile, che vengono posizionati tra libro e cambio, in tessuti strettamente solidali con lo xilema.
(5) Legge di Hook (Furiozzi et al. 2001) secondo cui $\sigma = E\,\Sigma$ dove: σ tensione in kNcm² E modulo elastico in kNcm² Σ dilatazione.

(aperta campagna, area periurbana, città).
Mentre il SIA può essere applicato da qualsiasi tecnico per una prima analisi speditiva della stabilità, il SIM permette di ottenere in maniera precisa e non distruttiva la capacità di resistenza di qualsiasi pianta arborea; ben si presta, perciò, alla valutazione della stabilità degli alberi di maggiore interesse e pregio monumentale o, con prove a campione, per accertare le applicazioni SIA su intere alberate.
I dati acquisiti col SIM vengono raccolti in un unico *database* dal SAG Baum Statik E.V. (l'associazione che raccoglie gli esperti del sistema), permettendo una continua revisione delle curve già calcolate. Sarà interessante valutare in futuro la risposta di specie mediterranee, finora non considerate nelle prove di trazione, quali il pino domestico, le palme od il cipresso. La graduale introduzione di valori riferiti anche a piante cresciute in situazioni ambientali diverse da quelle centro europee potrà ulteriormente migliorare l'applicabilità del SIA.

Bibliografia

DAVENPORT A. G., 1960 - **Rational for Determining Design Wind Velocities**. Journal of the structural Division. Proc. ASCE, 86.

DAVENPORT A. G., 1965 - **The relationship of Wind structure to Wind loading**. Wind effects of building and structures. V. 1, HMSO, London 1965.

FURIOZZI B., MESSINA C., PAOLINI L., 2001 - **Prontuario per il calcolo di elementi strutturali**. Le Monnier.

MATTHECK C. e BRELOER H., 1998 - **La stabilità degli alberi, fenomeni meccanici e implicazioni legali dei cedimenti degli alberi**. Il verde editoriale, 281 pp..

WESSOLLY L. e ERB M., 1998 - **Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle**. Patzer ed., Berlin, 272 pp..

WESSOLLY L., 1995 - **Bruchdiagnose von Bäumen**. Stadt und Grün 6/1995: 416-424.

WESSOLLY L., 1996 - **Standsicherheit von Bäumen, das Kippverhalten ist geklärt**. Stadt und Grün 4/1996: 268-272.

INFO.ARTICOLO

Autori: Valentin Lobis, *Esperto di arboricoltura e biostatica, Sachverständigenbüro E. Brudi, Monaco (D). E-mail* valentin.lobis@gmx.it
Erk Brudi, *Esperto di arboricoltura e biostatica, Sachverständigenbüro E. Brudi, Monaco (D). E-mail* treesafe@t-online.de
Giorgio Maresi, *Dottore Forestale, è patologo presso l'Unità Operativa Foreste dell'Istituto Agrario di S. Michele a/Adige (Tn).*
E-mail giorgio.maresi@mail.ismaa.it
Paolo Ambrosi, *Dottore Forestale, è responsabile dell'Unità Operativa Foreste dell'Istituto Agrario di S. Michele a/Adige (Tn).*
E-mail paolo.ambrosi@mail.ismaa.it

Lavoro svolto nell'ambito del progetto Sile 2, convenzione PAT e CNR.

Parole Chiave: *verde urbano, valutazione stabilità, SIA (*Statics Integrated Assessment*), SIM (*Statics Integrated Method*), sicurezza statica di base, potatura falciforme.*

Abstract: ***SIA and SIM methods to evaluate tree stability***
The Wessolly theory on the stability of trees is here introduced his based on an approach related to static science and on the static evaluation of more than 3000 trees. The SIA (Statics Integrated Assessment) and the SIM (Statics Integrated Method) are illutrated as tools for technicians involved in tree safety evaluation. With SIA it is possible to assess a percentage value of basic statics substance which indicates the breaking safety of a tree in relation to its diameter and height. SIM method allow direct evaluation of tree resistance by means of elastometer and inclinometer. With this approach tree safety is strictly related to dimension and position in the environment, while the role of wood defects (decay, holes etc) seems less influent.

Le figure e le foto sono state tratte modificandole dai lavori del prof. WESSOLLY, con l'autorizzazione dell'autore.

I manuali per l'applicazione *del SIA sono disponibili presso:*
- *Valentin Lobis, Via S. Giorgio 35/a - I-39012 Merano (Bz).*
- *U.O. Foreste, IASMA, Via Mach 1 - 38010 S. Michele a/Adige (Tn).*
- *Fitoconsult, Via Orazio 5 - 21100 Varese.*

Informazioni sulle metodologie *presentate sono presenti sui siti* www.sag.to *e* www.tree-consult.org
Informazioni sulla scala di Beaufort www.nautica.it/info/does/beaufort.htm