

SOFTWARE PER LA PROGETTAZIONE

---

# CALCOLO DI STRUTTURE IN LEGNO

In allegato software CESCOWOOD®

- Travi, colonne, travi continue, rettilinee prismatiche
- Progettazione automatica di solai
- Analisi statica e analisi sismica statica equivalente
- Casi, combinazioni ed elementi illimitati
- Verifiche di resistenza e stabilità per tensioni parallele alle fibre (compressione, trazione, pressoflessione, tensoflessione), taglio, in accordo a Eurocodice 5, norme N.I.CO.LE., D.M. 14/9/2005 (NTC)

di  
PAOLO RUGARLI



# INDICE GENERALE

---

## CAPITOLO 1

Introduzione .....	9
1.1 Premessa .....	9
1.2 Situazione Normativa .....	12

---

## CAPITOLO 2

Modalità di calcolo .....	17
2.1 Premessa .....	17
2.2 Stati limite .....	18
2.2.1 <i>Inquadramento</i> .....	18
2.2.2 <i>Eurocodice 5</i> .....	20
2.2.3 <i>NTC</i> .....	20
2.3 Combinazioni di verifica .....	21
2.3.1 <i>Introduzione</i> .....	21
2.3.2 <i>Stati limite ultimi</i> .....	26
2.3.3 <i>Stati limite di servizio</i> .....	29
2.4 Introduzione alla modellazione del materiale legno .....	30
2.4.1 <i>Alcune peculiarità del materiale legno</i> .....	30
2.4.1.1 <i>Sensibilità ai difetti</i> .....	30
2.4.1.2 <i>Sensibilità alla umidità dell'ambiente</i> .....	32
2.4.1.3 <i>Sensibilità alla durata del carico</i> .....	34
2.4.1.4 <i>Effetti legati alla direzione dello sforzo</i> .....	37
2.4.1.5 <i>Tipologia del materiale</i> .....	38



2.4.2	Dati identificativi del materiale legno .....	40
2.4.3	Materiali codificati .....	41
2.4.4	Resistenze di calcolo del materiale legno: i coefficienti $K_{mod}$ e $\gamma_{R,D}$ .....	44
2.4.4.1	Eurocodice 5 e documento N.I.CO.IE. ....	44
2.4.4.2	Norme NTC .....	45
2.5	Verifiche di deformabilità (SLE) .....	46
2.6	Verifiche di resistenza (SLU) .....	50
2.6.1	Azione assiale .....	50
2.6.1.1	Trazione .....	50
2.6.1.2	Compressione .....	51
2.6.2	Flessione semplice o deviata.....	52
2.6.3	Osservazioni sulle formule di verifica con effetti combinati.....	54
2.6.4	Tensoflessione semplice o deviata.....	56
2.6.5	Pressoflessione semplice o deviata.....	57
2.6.6	Stato limite per tensioni normali parallele alle fibre.....	57
2.6.7	Taglio.....	58
2.6.8	Torsione.....	59
2.6.9	Taglio-torsione (stato limite per tensioni tangenziali) .....	61
2.7	Verifiche di stabilità (SLU) .....	61
2.7.1	Introduzione.....	61
2.7.2	Dati di calcolo comuni alle due norme Eurocodice e N.I.CO.IE. ....	63
2.7.2.1	Instabilità Euleriana .....	63
2.7.2.2	Svergolamento .....	65
2.7.3	Eurocodice 5.....	70
2.7.3.1	Compressione o presso-flessione .....	70
2.7.3.2	Flessione o presso-flessione .....	70
2.7.4	Documento N.I.CO.IE. (e per estensione, NTC) .....	72
2.8	Cenni alle verifiche sismiche in accordo al metodo dell'analisi sismica statica equivalente .....	73

---

## CAPITOLO 3

Guida all'uso del programma .....	77
3.1 Inquadramento .....	77
3.2 Installazione .....	80
3.3 Registrazione .....	80
3.4 Trasferimento della licenza da un computer a un altro .....	83
3.5 Successive versioni, aggiornamenti, comunicazioni .....	84
3.6 Interfaccia .....	84
3.7 Itinerario di lavoro tipico .....	85
3.7.1 <i>Introduzione</i> .....	85
3.7.2 <i>Prime tappe</i> .....	86
3.7.3 <i>Verifiche SLU</i> .....	90
3.7.4 <i>Verifiche SLE</i> .....	95
3.8 Comandi .....	96
3.8.1 <i>Premessa</i> .....	96
3.8.2 <i>Menu File</i> .....	97
3.8.3 <i>Menu Mostra</i> .....	98
3.8.4 <i>Menu Interroga</i> .....	99
3.8.5 <i>Menu Disegna</i> .....	100
3.8.6 <i>Menu Seleziona</i> .....	100
3.8.7 <i>Menu Strutture</i> .....	101
3.8.8 <i>Menu Edit</i> .....	106
3.8.9 <i>Menu Edit-Nodi</i> .....	115
3.8.10 <i>Menu Edit-Rami</i> .....	115
3.8.11 <i>Menu Edit-Azioni</i> .....	121
3.8.12 <i>Menu Edit-Vincolo</i> .....	127
3.8.13 <i>Menu Edit-Svincolo</i> .....	128
3.8.14 <i>Menu Edit-Masse</i> .....	130
3.8.15 <i>Menu Edit-Casi</i> .....	132



3.8.16	<i>Menu Edit-Combinazioni</i> .....	133
3.8.17	<i>Menu Post</i> .....	135
3.8.18	<i>Menu Post-Verifiche</i> .....	144
3.8.19	<i>Menu Help</i> .....	148
3.9	Le verifiche .....	148
3.9.1	<i>Generalità</i> .....	148
3.9.2	<i>Le verifiche a stabilità</i> .....	150
3.9.3	<i>Verifiche di sezioni generiche</i> .....	151
3.9.4	<i>Verifiche di materiali non presenti in archivio</i> .....	153
3.10	Il tabulato .....	155

---

## CAPITOLO 4

Esempi di calcolo .....	161
-------------------------	-----

### **ESEMPIO 1**

Mensola verificata in accordo alla norma EC5 .....	161
● <i>Unità di misura</i> .....	161
● <i>Struttura</i> .....	161
● <i>Casi di carico</i> .....	161
● <i>Forma sezionale</i> .....	162
● <i>Materiale</i> .....	163
● <i>Combinazioni</i> .....	164
● <i>Verifiche (SLU)</i> .....	165

### **ESEMPIO 2**

Mensola verificata in accordo a norma N.I.CO.LE. ....	179
-------------------------------------------------------	-----

### **ESEMPIO 3**

Mensola verificata in accordo a norma NTC.....	183
------------------------------------------------	-----

<b>ESEMPIO 4</b>	
Trave in semplice appoggio verificata secondo EC5 .....	189
● <i>Verifiche agli SLU</i> .....	190
● <i>Verifiche agli SLE</i> .....	193
<b>ESEMPIO 5</b>	
Trave in semplice appoggio verificata secondo Norma NTC.....	195
<b>ESEMPIO 6</b>	
Dimensionamento di una trave in semplice appoggio con sezione generica .....	197
● <i>Stati limite ultimi</i> .....	199
<i>Calcolo degli sforzi</i> .....	199
<i>Verifiche di resistenza</i> .....	201
<i>Verifiche di stabilità</i> .....	202
● <i>Stato limite di esercizio</i> .....	202
● <i>Utilizzo del programma nel caso di sezioni generiche</i> .....	203
<b>ESEMPIO 7</b>	
Dimensionamento di una trave in semplice appoggio con sezione generica e con materiale generico .....	207
<b>ESEMPIO 8</b>	
Progettazione di un solaio a doppia orditura usando CESCOWOOD.	211
<b>ESEMPIO 9</b>	
Progettazione di un puntello verticale usando CESCOWOOD .....	217
Riferimenti bibliografici .....	221



# INTRODUZIONE

## 1.1 Premessa

Questo lavoro è dedicato al dimensionamento strutturale di elementi portanti in legno. Si tratta di un programma di calcolo corredato da un volume introduttivo alle norme sul legno.

Scopo del lavoro è consentire da un lato di far apprendere, o rivedere rapidamente, i concetti di base necessari alla esecuzione di alcune delle verifiche strutturali fondamentali di travi in legno, dall'altra mettere a disposizione un programma capace di eseguire questa parte di verifiche in modo automatico.

In nessun modo l'uso del programma può sostituire l'attento studio delle problematiche specifiche del legno in generale e della struttura allo studio in particolare, né, meno che meno, sostituirsi al progettista. Il software è uno strumento utilissimo ma deve essere utilizzato da persone competenti.

Questo lavoro non può e non vuole sostituire i testi specialistici sulle strutture in legno (ad esempio il fondamentale testo del Giordano [6], ed il più recente ottimo testo di Piazza e altri [7]), ai quali si rimanda per tutti i necessari approfondimenti. Il legno è un materiale complesso con problematiche del tutto specifiche, è bene che queste siano note e che tutti gli aspetti del calcolo siano attentamente valutati. Contrariamente a quanto molti produttori tendono oggi a far credere, nessun software di calcolo potrà mai sostituire, neppure parzialmente, la capacità e l'esperienza del progettista.

Il contenuto di questo testo è articolato essenzialmente in tre parti.

Nella prima parte (*Cap. 2 a pag. 17*) vengono discusse ed elencate alcune delle regole fondamentali relative al calcolo di elementi strutturali in legno. Benché la disamina non sia esaustiva, poiché non sono trattati problemi locali, o il calcolo dei collegamenti, questa parte delle verifiche è la parte di base per avviarsi allo studio delle verifiche di strutture in legno. Sono enumerate le principali verifiche da eseguire, sia quelle a resistenza che quelle a stabilità, sia gli stati limite ultimi che quelli di esercizio. Sono considerati gli stati limite ultimi per tensioni normali e tangenziali, le verifiche a stabilità euleriana e quelle a



svergolamento. Quando si è ritenuto che fosse necessario sono stati aggiunti commenti ed indicazioni atte a chiarire l'interpretazione data al testo delle norme, non sempre di applicazione univoca. L'occasione è valsa per esprimere il punto di vista di chi, come l'Autore, deve trasformare le normative in software, ed ha consentito di mettere a fuoco alcuni dei tipici problemi da affrontare in questo ambito.

Nella seconda parte (*Cap. 3 a pag. 77*) viene data una guida operativa all'uso del programma. Ulteriori informazioni potranno poi essere trovate nei documenti in formato elettronico presenti sul CD.

Nella terza parte (*Cap. 4 a pag. 161*) vengono discussi alcuni esempi svolgendo i calcoli sia "a mano" che mediante l'uso del programma.

Prima di addentrarsi nello specifico è necessario chiarire gli intenti del lavoro e spiegare le ragioni della sua impostazione.

Innanzitutto: perché l'Eurocodice 5?

La ragione è semplice: gli Eurocodici rappresentano il futuro e quindi è giusto cominciare a familiarizzare con essi. La straordinaria importanza derivante dalla unificazione delle metodologie di verifica è chiara se si pensa che un qualunque tecnico potrà adottare le stesse regole di calcolo, pur provenendo da uno qualsiasi dei Paesi aderenti alla Comunità Europea. Ciò apre la strada ad una nuova circolazione di idee, progetti, modalità di lavoro. Il lavoro svolto appoggiandosi agli Eurocodici potrà avere una circolazione molto maggiore e rivolgersi ad una platea assai più ampia. Chi imparerà ad usare gli Eurocodici potrà proporsi in uno qualsiasi dei Paesi aderenti, e parlare la stessa "lingua" tecnica parlata in altri Paesi. Tutto questo è realmente nuovo e realmente molto importante.

Chi scrive è tra i critici dell'eccessiva complicatezza degli Eurocodici (o almeno: di alcune parti). L'esistenza di questa complicatezza, però, non significa che il progetto eurocodici debba essere accantonato: al contrario esso costituisce una importante opportunità che non deve essere persa ma colta al più presto. E' necessario cominciare a discutere delle nuove regole di calcolo, cominciare a diffondere testi che se ne occupino e software in grado di rendere praticabili questi calcoli. Sicuramente moltissimo lavoro resta ancora da fare, perciò è tempo di incominciare a ragionare delle nuove regole, e contribuire a migliorarle.

Il nostro Paese è in ritardo per numerose ragioni.

In tutti questi anni (almeno gli ultimi dieci-quindici anni), le pubblicazioni in italiano dedicate agli Eurocodici sono state pochissime. In effetti gli Eurocodici,

non essendo diventati cogenti, non sono stati utilizzati quasi da nessuno. Pochi se ne sono occupati, e pochi li hanno utilizzati.

La convenienza ad occuparsi di Eurocodici ed a investire tempo e denaro per cominciare ad usarli è però emersa in modo chiaro a partire dall'anno 2003, con il caos normativo creato con l'emissione delle Ordinanze sismiche e delle contrapposte nuove norme ministeriali (le cosiddette NTC "Norme Tecniche per le Costruzioni", già precedentemente denominate "Testo Unico").

Anziché puntare in modo chiaro e deciso sugli Eurocodici, emanando semmai documenti esplicativi, versioni semplificate ma fedeli, eccetera eccetera, le Autorità competenti hanno creduto fosse cosa buona e giusta introdurre due nuovi ceppi di normative: quelle ministeriali nuove (molto ambiziose, tanto da pretendere una specie di rifondazione normativa, come se il progetto Eurocodici non esistesse) e quelle della Protezione Civile, che stravolgevano le norme esistenti sovrapponendosi ad esse senza coincidere con gli eurocodici pertinenti, e creando considerevoli problemi di applicabilità e di interpretazione, a causa di una stesura spesso affrettata, con il risultato che oggi siamo in una condizione di terribile caos, non essendo le nuove norme in sé sufficientemente affidabili e meditate per poter costituire un'alternativa complessivamente praticabile.

Allora o si resta ancorati alle vecchie norme (ormai non più sufficienti, senza modifiche) oppure si salta a piè pari l'ostacolo e si approda agli Eurocodici. Saranno più complicati, ma sono un riferimento abbastanza universale, eppoi là dove difettano i documenti esplicativi italiani si può sempre far capo a documenti in lingua inglese.

Agli Eurocodici dovremo approdare. Se vi è un merito da ascrivere al lavoro compiuto dal Ministero delle Infrastrutture con la emissione delle nuove norme (le NTC), è quello di prevedere esplicitamente la possibilità di riferirsi a codici internazionali ed a letteratura tecnica consolidata. Curiosamente però, mentre è consentito esplicitamente riferirsi alla Ordinanza 3274 e successive modifiche (che si direbbe non certo *consolidata*), gli Eurocodici sono esplicitamente citati solo se "EN", cioè euronorme approvate.

Così documenti fondamentali come l'Eurocodice 3 (acciaio) il 2 (c.a.) ed il 5 (legno), o l'Eurocodice 8 (sisma), che sono documenti sui quali si lavora da anni e anni (e che sono stati ampiamente usati dagli Autori delle nuove norme nazionali), sembrerebbero fuori dal novero delle norme adoperabili.

Naturalmente non è così.

Al momento in cui si scrive si ha notizia di un lavoro di attenta e profonda



revisione del testo delle NTC [1], che però non è ancora noto. Piuttosto che aspettare indefinitamente un nuovo testo, che potrebbe presentare ulteriori problemi, si è scelto di riferirsi principalmente all'Eurocodice 5, tenendo il testo attuale delle NTC come riferimento alternativo.

In questo lavoro si è anche cercato di mettere in evidenza questioni aperte, nella speranza di poter contribuire al miglioramento del testo delle norme. Dato che non è possibile contribuire per le vie normali, essendo sempre tutto emesso senza alcun reale contributo da parte di esperti indipendenti (si pensi alle problematiche dello sviluppo software), si ritiene che anche la discussione pubblica dei problemi fatta in testi esplicativi come questo possa essere utile.

## 1.2 Situazione Normativa

Al momento in cui si scrive (Aprile 2006) la situazione delle normative non è ancora chiara. Ci sono una serie di documenti che possono fungere da riferimento, questi sono:

1. L'Eurocodice 5, che nella sua versione finale prEN è stato votato (cfr. [3]) nel dicembre 2003. Tale documento costituisce il principale riferimento, a nostro giudizio, benché non ne esista ancora la versione in italiano.
2. La normativa cosiddetta N.I.CO.LE. (Norme Italiane Costruzioni in Legno, [2]), che si avvicina di molto all'Eurocodice pur differendo da esso in una serie di punti (si pensa in specie alle regole per la verifica di instabilità a pressoflessione e svergolamento, ma non solo). Questo documento è in italiano. Come il precedente non può essere considerato come norma in vigore. E' però un documento importante, poiché lungamente meditato e poiché di fatto costituisce una specie (pur con le differenze del caso) di traduzione dell'Eurocodice 5.
3. Le NTC ([1], par. 5.3), che sono di fatto inservibili *in sé* poiché non specificano cose fondamentali come le curve o le formule di stabilità, e adottano, in alcune parti cogenti, valori diversi sia da EC5 sia da N.I.CO.LE. (cfr. ad esempio i valori dei coefficienti  $\gamma_M$ , eguali a 1.35 anziché variabili tra 1.30 e 1.20). Poiché le NTC non sono sufficienti per le verifiche (mancando indicazioni su aspetti fondamentali) ci si chiede a che scopo emanarle con la prescrizione di alcuni fattori aventi valori diversi da quelli delle norme esistenti. Le NTC possono essere applicate solo interpretandole come una serie di correzioni da dare all'Eurocodice 5 o al documento N.I.CO.LE., ed in

questo ultimo modo sono state interpretate al fine di scrivere il software di verifica.

A questa lista occorre aggiungere la versione 1993 dell'EC5 (la cosiddetta versione ENV), che è peraltro l'unica versione dell'eurocodice presentemente tradotta in italiano. Tale versione è superata e non dovrebbe essere usata come riferimento.

Stabilito che per le strutture in legno le NTC sono inservibili in sé ed in contrasto con le altre (anche se sono le uniche norme formalmente emanate!), la scelta sembra essere limitata tra documento N.I.CO.IE. ed Eurocodice, peraltro molto simili.

Le due norme differiscono almeno per quanto è indicato nella tabella seguente, integralmente tratta dal documento [3], che illustra la proposta di applicazione nazionale dell'Eurocodice 5, tuttora in fase di inchiesta pubblica.

**Tab. 1.1** - Comparazione tra i documenti normativi emessi e relativi alle strutture in legno. Tratta da [3]

Pag. Final draft PrEN 1995-1-1	Riferimento	Oggetto	Proposta EN	Proposta ENV	Proposta N.I.CO.IE.	proposta UNI/C15/SC5	Proposta Gruppo di lavoro
22	2.3.1.2(2)P tavola 2.2 Assegnazione di carichi alle classi di durata del carico	neve	medium term - short term	Medio termine - breve termine	Breve termine - (medio termine)	Medio termine per $q_{sk} \leq 2,0$ kN/m <sup>2</sup> Breve termine per la parte di carico che eccede 2,0 kN/m <sup>2</sup>	Medio termine per $q_{sk} \leq 2,0$ kN/m <sup>2</sup> Breve termine per la parte di carico che eccede 2,0 kN/m <sup>2</sup>
		vento	Short term - instantaneous	Breve termine - istantaneo	Istantaneo	Istantaneo	Istantaneo
22	2.3.1.3(2)P Assegnazione delle strutture alle classi di servizio	classi di servizio	Fornire esempi in aggiunta alla sola definizione	Solo definizione	Solo definizione	Solo definizione	Solo definizione
24	2.4.1.(1)P Coefficienti parziali per le proprietà del materiale - tav. 2.3	$\gamma_M$	Solid timber 1,3 Glulam 1,25 LVL, plywood 1,2 Connections 1,3	1,3	Massiccio 1,3 Lamellare 1,25 Microlamellare: compensato 1,2 Unioni 1,3	Massiccio 1,3 Lamellare 1,25 Microlamellare: Compensato 1,2 Unioni 1,3	Massiccio 1,3 Lamellare 1,25 Microlamellare: compensato 1,2 Unioni 1,3
50	6.4.3(7) Travi a doppia pendenza - travi curve con vertice curvo o a cuspid	Tensione trasversale alle fibre nella zona di vertice $\sigma_{t,90,d}$	Scelta tra due formule alternative 6.54-6.55	6,54	6,54	6,54	6,54
56	7.2(2) Valori limiti per la freccia massima	$W_{inst}$ (freccia istantanea)	//300 - //500 //250 - //350	na na	na na	//300 //250	//300 //250
		$W_{nat,fin}$ (freccia finale depurata della monti iniziale) $W_{fin}$ ( $W_{inst} - W_{creep}$ )	//150 - //300	//200	//200	//200	//200



(segue) **Tab. 1.1** - Comparazione tra i documenti normativi emessi e relativi alle strutture in legno. Tratta da [3]

Pag. Final draft PrEN 1995-1-1	Riferimento	Oggetto	Proposta EN	Proposta ENV	Proposta N.I.CO.IE.	proposta UNI/C15/SC5	Proposta Gruppo di lavoro
57	7.3.3(2) Limitazione delle vibrazioni per i piani residenziali	Parametri a, b	0<a<4 50<b<150	a = 1,5 mm/kN b=100	na	a=1,0 mm/kN b=120	a=1,0 mm/kN b=120
67	8.3.1.2(4) Connessioni chiodate legno-legno. Regole per i chiodi infissi nelle teste	Resistenza alle forze laterali	Proposta di considerare anche il contributo di chiodi infissi "di testa" riducendone la resistenza ad 1/3 8.3.1.2(4)	Proposta del paragrafo 8.3.1.2(4) accettata	Proposta del paragrafo 8.3.1.2(4) accettata	Proposta del paragrafo 8.3.1.2(4) accettata	Proposta del paragrafo 8.3.1.2(4) accettata
68 69	Connessioni chiodate legno-legno. Specie sensibili allo splitting	Indicazione delle specie particolarmente sensibili allo splitting per le quali applicare le formule 8.18 o 8.19	Abete bianco Duglasia	na	na	Abete bianco Duglasia	Abete bianco Duglasia
96	9.2.4.1(7) Metodi per il calcolo delle parti diaframma	Pareti-Diaframma Metodi semplificati per il calcolo Metodo A (9.2.4.2) Metodo B (9.2.4.3)	Raccomandato Metodo A	Metodo A	Metodo A	Metodo A	Metodo A
104	9.2.5.3(1) Controventamento di sistemi di travi e reticolari	Fattori di modificazione $k_s$ per la resistenza $k_{r1}$ e la rigidezza dei sistemi controventati $k_{r2}$ $k_{r3}$	4-1 50-80 80-100 30-80	na 50 80 30	na 80 100 30	4 80 100 30	4 60 80 30
109	10.9.2(3) Regole speciali per reticolari con collegamenti a mezzo di piastre dentate	Limitazione delle deformazioni nella struttura assemblata prima del montaggio $a_{bow,perm}$ (massima distorsione permanente per singolo componente)	10-50 mm	na	na	20 mm	20 mm
109	10.9.2(4) Regole speciali per reticolari con collegamenti a mezzo di piastre dentate	Limitazione delle deformazioni nella struttura assemblata prima del montaggio $a_{dev}$ (massima deviazione della reticolare dal piano verticale)	10-50 mm	na	na	20 mm	30 mm

In questo lavoro si è scelto di riferirsi principalmente al testo dell'Eurocodice 5, poiché tale testo è un documento europeo sul quale vi è stato un ampio accordo.

Citiamo infatti da [3]:

---

*L'Eurocodice 5 nella versione EN si presenta con un format molto diverso da quello della versione ENV - in effetti nessuno dei componenti del PT originale ha fatto parte del PT di conversione. Il documento che ne è uscito raccoglie i commenti fatti durante il periodo di inchiesta pubblica più altri commenti avanzati in itinere dai vari Paesi durante i lavori della SC5.*

*I vari background documents sono stati sistematicamente vagliati a livello internazionale, secondo una tradizione ormai consolidata nel "mondo" delle Strutture di Legno durante i meeting annuali della Commissione W18 del CIB.*

*I Nationally Determined Parameters (NDPs) sono comunque solo 12, a testimonianza del fatto che c'è stato una notevole comunità di vedute fra gli esperti dei vari Paesi.*

---

Data la sostanziale somiglianza tra l'approccio proposto da Eurocodice 5 e dal documento N.I.CO.LE., il programma di verifica è stato approntato per entrambe le normative. Per quanto riguarda le NTC, anche queste sono state approntate, intendendole come un insieme di correzioni al metodo generale di EC5 (vedremo dove) che però resta sostanzialmente invariato.

Relativamente alla situazione delle Norme nel nostro Paese, c'è solo da sperare che un approccio più serio e più responsabile prenda finalmente piede, in modo da evitare situazioni di parossismo confusionario come quelle attualmente in essere.



## GUIDA ALL'USO DEL PROGRAMMA

### 3.1 Inquadramento

Il programma presente sul CD è una versione limitata di un programma più generale del quale è Autore chi scrive questo testo, un programma commercializzato dalla software house Castalia che ne è la ditta produttrice.

Il programma in questione si chiama CESCOPLUS, ed è un completo e generale programma per il dimensionamento delle strutture piane, capace di eseguire le verifiche a resistenza e stabilità secondo varie normative, tra le quali anche l'Eurocodice 5 e il documento N.I.CO.IE. Sono inoltre previste le norme CNR10011 per le strutture in acciaio, l'Eurocodice 3 per le strutture in acciaio, l'Eurocodice 2 per le strutture in calcestruzzo armato (mediante un modulo aggiuntivo). Nel sito [www.castaliaweb.com](http://www.castaliaweb.com) sono reperibili le ultime novità sui prodotti di Castalia e quindi anche su CESCOPLUS. Ulteriori informazioni relative al prodotto CESCOPLUS (aggiornate alla data di stampa del volume) sono reperibili sul CD.

Il programma su CD si chiama CESCOWOOD, ed è una versione di CESCOPLUS limitata alle strutture rettilinee (tavole inflesse, travi semplici, travi continue, travi rettilinee e comunque caricate o vincolate, colonne).

A differenza di quanto avviene nella versione generale del programma, CESCOWOOD ha un archivio di sezioni limitato in numero e limitato alle sole forme sezionali rettangolari e circolari. E' possibile trattare anche sezioni di forma qualsiasi, ma senza descriverle geometricamente, occorrerà descriverle dandone l'area i momenti di inerzia, i moduli di resistenza nonché ulteriori parametri necessari alle verifiche. Questa limitazione dell'archivio non esiste nel programma CESCOPLUS, che parte da un archivio di circa settemila sezioni, e che consente di descrivere geometricamente le forme sezionali elementari.

CESCOWOOD deriva da CESCOPLUS, CESCOPLUS a sua volta deriva da CESCO, del quale è necessario almeno accennare per dare conto di alcune caratteristiche ereditate sia da CESCOPLUS che da CESCOWOOD.

CESCO fu realizzato a partire dal 1995 e completato nell'anno 2001.



Questo programma nacque come strumento dedicato agli studenti delle Facoltà di Architettura e di Ingegneria, e fu quindi realizzato avendo in animo che funzionasse con una estrema semplicità e con una notazione assolutamente chiara.

CESCO è stato installato nelle aule informatizzate del Politecnico di Milano ed è a disposizione degli studenti dal 2001. Inoltre CESCO è stato pacchettizzato con altre applicazioni in coproduzione col Politecnico di Milano e commercializzato con il nome complessivo di E.Str.A.D.A. sempre a partire dal 2001. Il pacchetto E.Str.A.D.A. è stato venduto a centinaia di professionisti in tutta Italia.

A segnalare l'efficienza del programma è giunta la valutazione dell'INDIRE (un ente del Ministero della Pubblica Istruzione) che ha qualificato il programma con la valutazione di "ottimo". Dopo CESCO fu creato CESCOPLUS, che aggiungeva funzionalità quali illimitati casi di carico e combinazioni, involuppi delle azioni interne, tabulato, comandi per il calcestruzzo armato, verificatori, analisi modali ed a spettro di risposta, archivio di settemila profili, ecc.

I potenziamenti di CESCO che fanno parte di CESCOPLUS sono quasi tutti fruibili in CESCOWOOD: tipologie di carico, illimitati casi di carico, illimitate combinazioni di carico, involuppi delle azioni interne e delle tensioni, deformate, tabulato, ecc.

L'uso di CESCOPLUS ovviamente rimuove la limitazione sulla rettilineità della struttura, consentendo di trattare strutture arbitrarie (per esempio capriate o incastellature).

CESCOWOOD eredita la semplicità d'uso di CESCO ed è quindi assolutamente facile da usare e chiaro. CESCOWOOD, oltre alla guida qui presente, è dotato di un manuale d'uso in PDF e di un help ipertestuale che sono gli stessi di CESCOPLUS e di CESCO, includendo quindi anche comandi e funzionalità non presenti in CESCOWOOD.

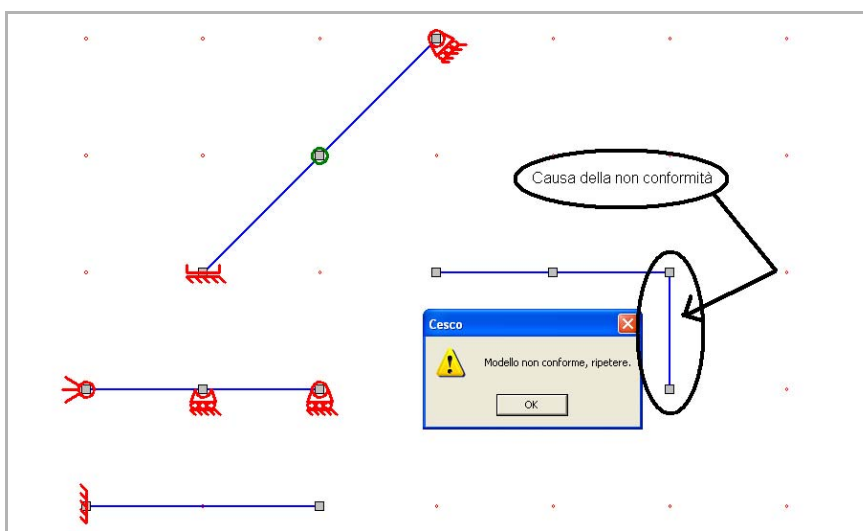
Sul CD sono inoltre presenti filmati multimediali che si riferiscono all'uso di CESCOPLUS.

Risultano sostanzialmente valide le seguenti limitazioni per CESCOWOOD, rispetto a CESCOPLUS:

- non ci sono i comandi di analisi cinematica (inutili su aste semplici);
- non sono disponibili i verificatori per l'acciaio ed il c.a. ed i comandi per il c.a. ed i relativi comandi di predimensionamento;
- la geometria della struttura è limitata.

Tali limitazioni si riferiscono a comandi e funzionalità pensate per altri contesti d'uso (ad esempio didattico) o non applicabili all'ambito di funzionamento deciso per CESCOWOOD, vale a dire travi rettilinee prismatiche in legno in ambito statico.

La limitazione della geometria è tale da consentire l'aggiunta di un numero illimitato di elementi rettilinei disgiunti. Ogni elemento rettilineo può essere a sua volta costituito da un numero arbitrario di rami variamente vincolati purché tutti allineati tra loro. Se nel corso del lavoro si aggiungono elementi in modo non consentito compare il seguente messaggio a ricordare la limitazione del programma.



e si viene riportati al passo precedente.

Questa sezione del volume dà una rapida guida introduttiva, rimandando alla guida in formato elettronico gli ulteriori dettagli eventualmente necessari su singoli comandi.

Il programma è una applicazione Windows e quindi dispone di tutte le funzionalità tipiche delle applicazioni in questo sistema operativo. I comandi sono numerosi, e consentono di trattare la classe di strutture coperta dal programma in modo davvero generale. La stampa diretta su qualsiasi periferica ed il meccanismo di copia delle immagini nella *clipboard* (gli appunti) consentono di utilizzare proficuamente CESCOWOOD in parallelo ai propri editor di testo (per esempio WORD®) in modo da realizzare rapidamente relazioni tecniche complete.



**Figura 3.1**

Esempio di aggiunta non consentita di ramo non allineato col precedente

Figura 3.2  
Setup

## 3.2 Installazione



L'installazione del programma si fa eseguendo il programma "setup.exe" presente sul CD. Alla sua esecuzione compare il dialogo della figura, che consente sia di installare che di disinstallare il programma. Premendo il pulsante "Installa" il programma verrà installato. Poiché vengono modificate alcune chiavi del registro (HKEY\_CURRENT\_USER\Software\Castalia e sottochiavi), è necessario che l'utente che installa abbia i privilegi di amministratore. L'installazione del programma non comporta alcuna modifica o manomissione di DLL o componenti di sistema, fatta salva la modifica alle chiavi di registro necessaria alla comparsa del programma nel menu di partenza.

## 3.3 Registrazione

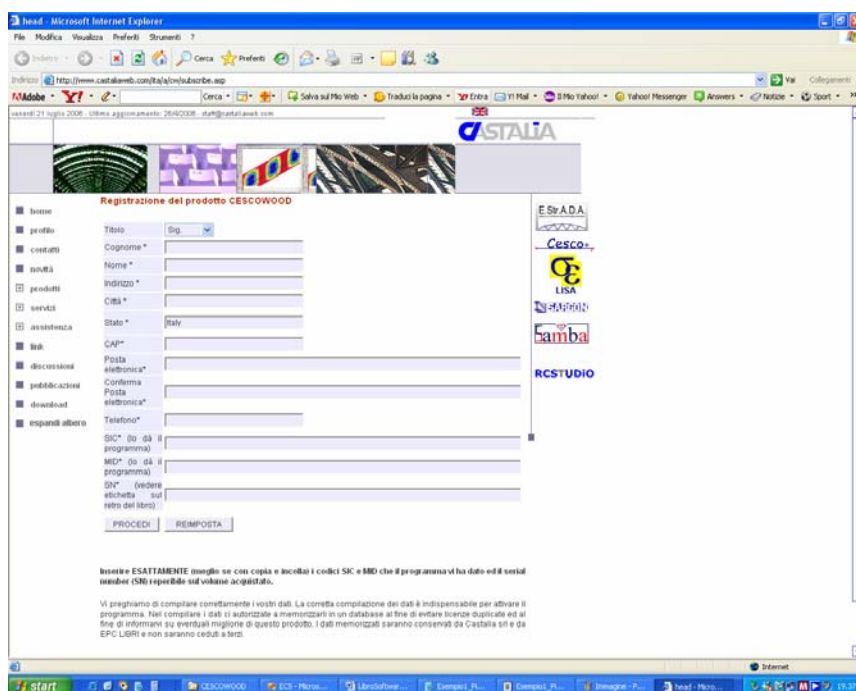
Una volta installato il programma è possibile eseguirlo senza registrazione per un mese o in alternativa 100 esecuzioni complete. Trascorso tale periodo è indispensabile registrare il programma per poterlo far funzionare. Si consiglia di registrare il programma nella immediatezza dell'acquisto.

Per registrare il programma occorre collegarsi alla seguente pagina web:

<http://www.castaliaweb.com/ita/a/cw/subscribe.asp>

digitandone l'indirizzo nel browser. La pagina è illustrata in fig. 3.2. In essa compare un form nel quale è necessario fornire una serie di dati, parte dei quali sono dati anagrafici, mentre altra parte è costituita da tre codici: SIC, MID e SN.

L'utente presta implicitamente il proprio consenso al trattamento dei dati, che verranno conservati da Castalia srl e da EPC libri, unicamente al fine di informare gli utenti di successive versioni del prodotto o di prodotti simili. I dati non saranno forniti a terze parti.



Il codice SN è reperibile stampato sul volume acquistato, ed identifica univocamente il volume stesso: solo un utente può registrarsi con quel dato SN, e per farlo deve essere in possesso del volume con il relativo SN. Ogni abuso accertato verrà perseguito a termini di legge. Un esempio di SN potrebbe essere il seguente:

58B4220C

I codici SIC e MID sono forniti dal programma quando viene eseguito: si consiglia di riportarli nel form usando copia e incolla per evitare errori: i codici devono essere riportati esattamente. Si consiglia, altresì, di conservare memorizzati in un file tali codici, per maggiore sicurezza.

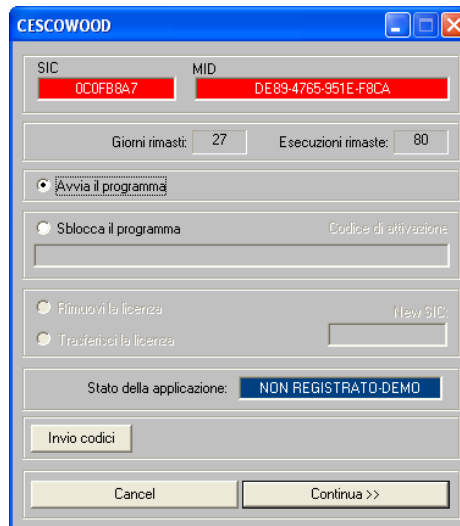
Una volta completato il form ed inviatolo si deve attendere uno o due giorni lavorativi, poi si riceverà per e-mail, all'indirizzo indicato, il "codice di attiva-



SOFTWARE  
per la progettazione

Figura 3.3  
Pagina  
di registrazione

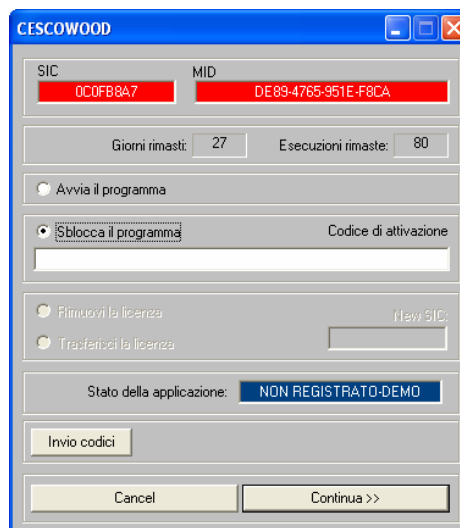
**Figura 3.4**  
Dialogo  
all'avvio  
(non registrato)



zione" (che anche converrà conservare memorizzato). Il codice di attivazione è necessario a registrare il programma, secondo le modalità ora chiarite.

Finché il programma non è registrato è possibile eseguirlo, nei limiti chiariti, scegliendo "avvia il programma" come nella finestra precedente e poi "Continua". Quando si provvede a registrarlo si deve scegliere "Sblocca il programma" ed inserire (sempre meglio mediante copia e incolla) il "codice di attivazione" ricevuto per e-mail, poi "Continua".

**Figura 3.5**  
Dialogo  
all'avvio  
(in corso di  
registrazione)

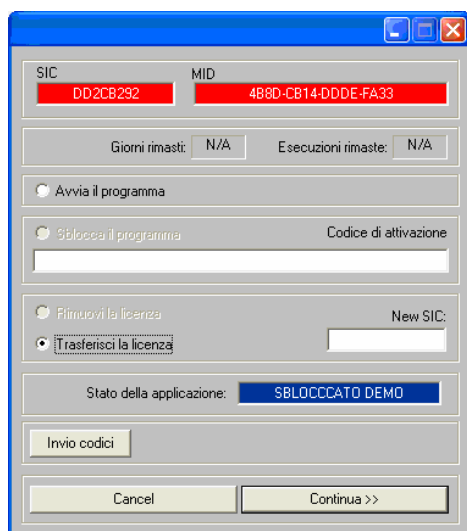


A questo punto il programma è registrato e potrà essere eseguito indefinitivamente sul computer prescelto.

### 3.4 Trasferimento della licenza da un computer a un altro

Il programma funziona normalmente su un certo computer. Potete comunque trasferire la licenza da un computer all'altro seguendo la seguente procedura.

- 1) Il programma è installato e registrato al momento sul computer A.
- 2) Installate il programma sul computer B.
- 3) Eseguite il programma sul computer B e prendete nota dei codici SIC e MID.
- 4) All'avvio del programma sul computer A scegliete "Trasferisci la licenza", comparirà il dialogo della figura seguente.
- 5) A questo punto inserite il codice di attivazione del computer A, quello che avete messo da parte a suo tempo, eppoi inserite il codice "New SIC" (o "Nuovo SIC"), ovvero il codice SIC del computer B.
- 6) Premete il tasto continua.
- 7) A questo punto il programma risulta non più eseguibile sul computer A, ma riceverete a schermo il codice di attivazione per il computer B. Non avete che da inserire questo codice di attivazione sul computer B per completare lo sblocco del programma sul computer B.
- 8) La licenza è passata dal computer A al computer B.



**Figura 3.6**  
Dialogo  
all'avvio  
(in corso  
di trasferimento)