

## CLASSIFICAZIONE A MACCHINA PER IMPIEGHI STRUTTURALI: NUOVE OPPORTUNITÀ PER IL LEGNO ITALIANO MASSICCIO E INCOLLATO

Michele Brunetti<sup>1</sup>, Martin Bacher<sup>2</sup>, Stefano Berti<sup>1</sup>, Paolo Burato<sup>1</sup>, Michela Nocetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IVALSA, Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree, Sesto Fiorentino (FI), Italy; brunetti@ivalsa.cnr.it

<sup>2</sup>MiCROTEC Srl, Bressanone (BZ), Italy

In Italia la classificazione secondo la resistenza del legname strutturale è tradizionalmente effettuata con metodo a vista, cioè rilevando manualmente le caratteristiche del legno in grado di influenzare le proprietà meccaniche. Negli ultimi 5-6 anni, però, sono state svolte indagini per mettere a punto sistemi di classificazione a macchina per alcune specie legnose presenti nel nostro Paese, con l'obiettivo di introdurre anche in Italia questa metodologia, già ampiamente diffusa in molti paesi europei e extra-europei.

In particolare sono stati raccolti e sottoposti a prove circa 4000 campioni di differenti sezioni (da 25 mm a 220 mm) e specie, come abete bianco e rosso, douglasia, larice europeo, pino nero e laricio, castagno. Le prove svolte hanno consentito di individuare i parametri utilizzabili da differenti macchine per classificare efficientemente il legname, soddisfacendo i requisiti di affidabilità statistica richiesti dalla normativa europea per l'immissione sul mercato delle attrezzature incluse nella sperimentazione. Inoltre, rivolgendo una particolare attenzione alle realtà aziendali medio-piccole italiane, è stata sviluppata anche un'attrezzatura portatile, che potenzialmente potrebbe essere condivisa da più soggetti produttivi riducendo così gli investimenti iniziali necessari.

I risultati ottenuti, oltre a rappresentare una novità assoluta per il panorama italiano, evidenziano i numerosi vantaggi che si possono ottenere attraverso l'introduzione della classificazione a macchina in luogo di quella a vista: maggiori rese quantitative, migliori rese qualitative, riduzione dei tempi di esecuzione della classificazione, maggiori garanzie di ripetibilità. Nel complesso si evidenziano nuove opportunità per l'impiego strutturale del legname italiano: infatti, attraverso la classificazione a macchina, è possibile sia valorizzare il materiale migliore, sia rendere idoneo quello di qualità medio bassa indirizzandolo verso la realizzazione di prodotti incollati.

*Parole chiave:* classificazione secondo la resistenza, legno strutturale, classificazione a macchina.

*Keywords:* strength grading, structural timber, machine grading.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mb-cla>

### 1. Introduzione

Il materiale legno da alcuni anni in Italia sta raccogliendo grande interesse sia nel settore pubblico che privato ed ha visto aumentare considerevolmente la percentuale di utilizzo in edilizia, in particolare con funzione strutturale. Questa crescita, a dispetto della congiuntura economica negativa, è stata resa possibile anche grazie alla disponibilità sul mercato di una vasta gamma di prodotti in legno (massiccio, lamellare incollato, pannello di tavole...), che di fatto però sono realizzati molto spesso con legname di origine non nazionale: pertanto l'incremento dell'impiego del legno non ha riguardato la materia prima di origine locale, che ancora oggi risulta fortemente sottoutilizzata.

In ogni caso, l'impiego in edilizia dei prodotti in legno ha comportato la necessità di adeguare la loro produzione alle specifiche previste dalla normativa europea, ed in particolare al Regolamento Europeo dei Prodotti da Costruzione (CPR 305/11); per molti

prodotti infatti è già obbligatorio, o in via di introduzione, l'obbligo di marcatura CE in conformità a specifiche norme armonizzate. Per i prodotti in legno strutturale l'obbligo di conformità ha una precisa implicazione: necessità, da parte del produttore di classificare il legname secondo la resistenza (Negro *et al.*, 2013).

### 2. La classificazione secondo la resistenza

La classificazione secondo la resistenza permette di definirne le caratteristiche meccaniche degli assortimenti legnosi e assegnargli una classe di resistenza secondo la normativa di riferimento: si può effettuare con metodi a vista e a macchina. Con la classificazione a vista, attraverso regole di classificazione predisposte generalmente a livello nazionale, ogni singolo elemento di legno viene valutato sulla base delle caratteristiche visibili a un operatore, che possono influenzare la resistenza meccanica, come nodi, inclinazione della

fibratura, ampiezza degli anelli, presenza di lesioni meccaniche, attacchi di funghi o insetti. Sulla base di queste caratteristiche rilevabili ad occhio nudo gli elementi vengono assegnati ad una categoria e quindi ad una classe di resistenza, che ne identifica la qualità strutturale.

La classificazione a vista presenta l'innegabile vantaggio di essere poco costosa, in quanto può essere eseguita, senza l'ausilio di strumentazioni, da un operatore opportunamente istruito ed esperto; inoltre le regole di classificazione sono generalmente già disponibili per la maggior parte delle specie legnose utilizzabili, anche per quelle italiane. Per contro la procedura di classificazione a vista contiene alcune limitazioni intrinseche:

- limitato numero di classi di resistenza che possono essere individuate utilizzando le regole di classificazione;
- resa più bassa, ovvero un maggior quantità di scarto (legname che non può essere impiegato ad uso strutturale).

Anche per superare queste limitazioni, principalmente nei Paesi anglosassoni, già a partire dagli anni '60 del secolo corso si sono andate diffondendo alcune metodologie di classificazione a macchina del legname strutturale. In questo caso, vengono rilevati alcuni parametri attraverso metodi non distruttivi: modulo elastico statico (in flessione o trazione), modulo elastico dinamico (frequenza di vibrazione propria, velocità di passaggio ultrasuoni), densità del legno, dimensioni dei nodi. Questi parametri sono poi utilizzati per l'assegnazione del legname a classi di resistenza.

Rispetto alla classificazione a vista, ovviamente quella a macchina presenta degli elevati costi iniziali di investimento, sia per l'acquisto delle attrezzature che per l'approntamento di linee di movimentazione adeguate: per questo motivo al momento in Europa si è diffusa solo all'interno di grandi stabilimenti, che utilizzano un numero limitato di specie legnose largamente diffuse (abete bianco/rosso principalmente).

I vantaggi della classificazione a macchina principalmente poggiano su quattro capisaldi:

1. alta ripetibilità delle misurazioni e quindi dell'assegnazione alle classi di resistenza;
2. elevata velocità di esecuzione (da 35 a 180 pezzi/minuto);
3. elevata resa di classificazione con consistente riduzione dello scarto;
4. possibilità di assegnare il legname in un numero maggiore di classi di resistenza fra le quali sono raggiungibili anche classi più elevate rispetto alla classificazione a vista.

Il procedimento che permette di settare una macchina per la classificazione del legname strutturale è abbastanza complesso ed oneroso e richiede il rispetto di procedure codificate all'interno della normativa europea (in particolare la EN 14081 (2010) e quelle ad essa collegate); per ciascuna specie legnosa e provenienza geografica si rende necessario un campionamento rappresentativo di legname, che deve essere sottoposto, dopo la misurazione con le macchine classificatrici, a prove distruttive in laboratorio. Solo la validazione statistica ottenuta dall'analisi delle prove meccaniche di

rottura permette di verificare l'efficienza classificatrice delle macchine e ne consente la loro certificazione per la marcatura CE del legname strutturale. D'altronde un procedimento simile deve essere seguito anche per validare una regola di classificazione a vista: la possibilità di marcare CE il legname strutturale passa comunque attraverso ben definite campagne sperimentali (Brunetti *et al.*, 2011; Brunetti *et al.*, 2014).

### 2.1. La classificazione del legname strutturale in Italia

Nel nostro Paese fino a pochi anni fa la classificazione a macchina era possibile solo per specie estere e, per quanto riguarda quella a vista, sussistevano forti limitazioni alla possibilità di operare in conformità alle direttive europee e quindi anche di apporre il marchio CE al legname prodotto in Italia.

Attraverso alcuni progetti supportati da diverse realtà locali (Provincia Autonoma di Trento, Provincia di Torino, GAL START-Regione Toscana), CNR-IVALSA ha contribuito a migliorare i sistemi di classificazione a vista e ad estendere la possibilità di classificazione a macchina ad alcune specie presenti in Italia.

Questa attività, sviluppata in un arco di tempo compreso tra il 2006 ed il 2014, ha previsto la raccolta di 4000 campioni che sono stati misurati con differenti attrezzature e poi sottoposti a prove di laboratorio distruttive ed alle successive analisi statistiche (Brunetti *et al.*, 2012; Nocetti *et al.*, 2010).

Con questi passaggi sono stati pertanto definiti i settaggi di diversi modelli di macchine che oggi possono essere utilizzati per classificare il legname strutturale italiano. Fra l'altro, grazie a questa sperimentazione, per la prima volta in Europa oggi è possibile classificare a macchina il legname di una latifoglia, il castagno italiano.

### 3. Il progetto A.Pro.Fo.Mo. e lo sviluppo della macchina portatile

L'occasione del progetto A.Pro.Fo.Mo., finanziato dal GAL-START di Borgo S. Lorenzo (FI) e sviluppato nell'ambito della Foresta Modello della Montagna Fiorentina, ha permesso inoltre di mettere a punto un'attrezzatura classificatrice portatile, con la quale è possibile:

- ridurre il costo di investimento iniziale (tipico degli impianti di classificazione a macchina);
- ripartire le spese tra più soggetti produttivi (la macchina portatile infatti può essere trasferita da uno stabilimento all'altro).

Questo duplice beneficio potrebbe costituire il presupposto per una maggiore diffusione della classificazione a macchina in Italia, una nazione dove notoriamente le dimensioni delle imprese sono molto ridotte e dove, pertanto, gli investimenti in innovazione sono estremamente difficili da attivare.

Lo sviluppo dell'attrezzatura portatile è il frutto di una consolidata collaborazione tra CNR-IVALSA e l'azienda MiCROTEC di Bressanone (BZ): partendo dalla tecnologia ViSCAN (che utilizza un interferometro

laser per la misurazione della frequenza di vibrazione propria del materiale e quindi la determinazione del modulo elastico dinamico), è stata messa a punto una macchina classificatrice dotata di telemetro e di antenna Wi-Fi per un uso svincolato da una linea produttiva. In questo modo le misurazioni con la macchina possono essere effettuate in qualsiasi ambiente, posizionando l'elemento da classificare sopra due appoggi. La macchina può essere utilizzata con o senza bilancia, vale a dire rilevando o meno la densità del legname che deve essere classificato; inoltre può essere impiegata anche per classificare il legname fresco, ovvero con umidità superiore al 24% (in questo caso però è possibile solo l'uso con bilancia).

Lo sviluppo della macchina portatile, denominata ViSCAN-Portable, ha previsto, oltre al calcolo di specifici settaggi per le specie legnose italiane, anche una verifica della ripetibilità delle misurazioni effettuate ed una comparazione con un'attrezzatura fissa montata su una linea produttiva. Il confronto, basato su 107 campioni, ha evidenziato la sostanziale equivalenza dei due tipi di attrezzature (fissa/portatile) nella misura della frequenza di vibrazione propria. L'aspetto più interessante ed innovativo dell'introduzione della classificazione a macchina risiede indubbiamente nel miglioramento delle rese, sia in termini qualitativi che quantitativi. Nella figura 1 sono riportati alcuni risultati comparativi tra la classificazione a vista e quella a macchina, per douglasia e pino nero; come è facile osservare, la percentuale di elementi che deve essere scartata (R) perché non idonea per impieghi strutturali nel caso della classificazione a macchina si riduce drasticamente rispetto a quella vista. Questo risultato è possibile grazie al fatto che la macchina rileva direttamente una proprietà meccanica del legno, il suo modulo elastico dinamico, ben correlata con la sua resistenza. L'altro risultato che emerge chiaramente è la possibilità di assegnare il legname in classi di resistenza più elevate, se classificato a macchina: le classi C40 per douglasia o C35 per pino nero non sarebbero ottenibili attraverso la classificazione a vista. Questo consente un uso più efficiente della risorsa legno ed una sua possibile valorizzazione in elementi

incollati ricomposti, come il legno lamellare (Glued-Laminated-Timber) o i pannelli strutturali di tavole (Cross-Laminated-Timber). In questo tipo di prodotti, che rappresentano le tipologie maggiormente utilizzate nelle nuove costruzioni in legno, il legno può essere utilizzato al meglio proprio grazie alla conoscenza della sua qualità strutturale.

Da rilevare anche che la classificazione a macchina da oggi può essere applicata anche al legname di latifoglia; ViSCAN-Portable infatti può essere utilizzato anche per classificare il castagno strutturale di provenienza italiana, con gli stessi benefici già evidenziati per il legname di conifera: riduzione degli scarti di classificazione, possibilità di assegnare classi di resistenza più elevate rispetto alla classificazione a vista.

#### 4. Conclusioni

In conclusione, grazie all'attività svolta da CNR-IVALSA in collaborazione con diversi soggetti pubblici e privati, oggi la maggior parte delle specie legnose italiane utilizzabili per scopi strutturali può essere classificata anche a macchina conformemente a quanto previsto dalla normativa europea. In particolare, il castagno di origine italiana è la prima latifoglia classificabile a macchina in Europa.

La messa a punto di un'attrezzatura portatile e dai costi ridotti, è stata condotta con il preciso obiettivo di rendere questa strumentazione accessibile anche alle aziende di dimensioni medio-piccole, che potrebbero dividerne l'utilizzo.

Questo risultato è stato ottenuto senza rinunciare ai benefici intrinseci della classificazione a macchina: incremento delle rese di classificazione, riduzione dei tempi di classificazione, utilizzo più efficiente della qualità strutturale del legname. Infine, la possibilità di classificare il legname in modo più efficiente apre nuove opportunità per l'impiego di specie legnose tradizionalmente poco utilizzate: difatti la realizzazione di prodotti strutturali incollati può essere ottenuta anche a partire da legname di qualità medio-bassa, se correttamente qualificato dal punto di vista delle sue prestazioni meccaniche.

Tabella 1. Specie legnose, provenienze geografiche e dimensioni classificabili (t = spessore; w = larghezza) con le macchine ViSCAN (MiCROTEC).

Table 1. Timber species, geographical sources and sizes (t = thickness; w = width) that can be graded by ViSCAN machines (MiCROTEC).

<i>Specie</i>	<i>Provenienza geografica</i>	<i>Dimensioni consentite (mm)</i>
Microtec		
Abete bianco Abete rosso	Austria, Repubblica Ceca, Germania, Italia, Slovenia	18 ≤ t ≤ 241 58 ≤ w ≤ 308
Douglasia	Austria, Belgio, Francia, Germania, Italia, Lussemburgo	23 ≤ t ≤ 162 59 ≤ w ≤ 319
Larice	Francia, Italia	29 ≤ t ≤ 198 90 ≤ w ≤ 242
Pino nero Pino laricio	Italia	27 ≤ t ≤ 121 59 ≤ w ≤ 253
Castagno	Italia	45 ≤ t ≤ 198 72 ≤ w ≤ 198

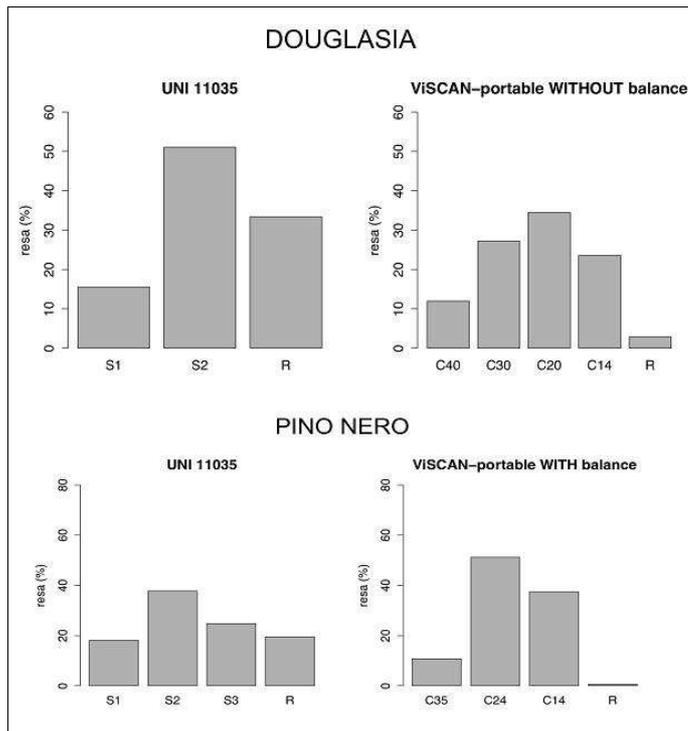


Figura 1. Confronto di rese di classificazione a vista e a macchina per douglasia e pino nero.

Figure 1. Comparison of yields for visual and machine grading for Douglas fir and back pine.

## SUMMARY

### Machine strength grading of structural timber: new opportunities for the Italian solid wood and glued laminated timber

In Italy, the strength grading of structural timber is traditionally done by visual method, that is by detecting the visible characteristics of the wood that are known to influence its mechanical properties. In the last 5-6 years, however, investigations were carried out to develop machine grading systems, with the aim of introducing in Italy this methodology, already widespread in many European and extra-European countries. In particular, they have been collected and tested about 4000 specimens of various cross sections (from 25 mm 220 mm) and species, such as silver fir, Norway spruce, Douglas fir, European larch, black pine, Corsican pine and chestnut.

The tests allowed to establish the proper machine settings, according to the European requirements for statistical reliability. In addition, paying particular attention to the Italian enterprises typically small and medium sized, a portable equipment was developed which could potentially be shared by multiple subjects, reducing thereby the required initial investment. The results obtained, in addition to being a novelty for the Italian scene, highlight the achievable benefits by the introduction of machine grading in place of visual grading: higher yields (i.e. higher amount of timber suitable for structural use), greater efficiency in quality exploitation (assignment of the material in higher strength classes), reduction of execution times due to strength grading, higher repeatability.

Overall, new opportunities of using Italian structural timber are highlighted: by machine grading the higher

quality material can be properly evaluated, and the medium-low quality timber can be made suitable for the production of glued structural products.

## BIBLIOGRAFIA

- Brunetti M., Burato P., Cremonini C., Negro F., Nocetti M., Zanuttini R., 2012 – *Legno di larice per impieghi strutturali. Classificazione a vista e a macchina*. Sherwood, 188: 5-10.
- Brunetti M., Luchetti M., Nocetti M., 2014 – *Impiego strutturale: classificazione secondo la resistenza e normativa di riferimento*. In: Zanuttini R., Assolegno, Il legno massiccio. Materiale per un'edilizia sostenibile, Milano.
- Brunetti M., Luchetti M., Nocetti M., Togni M., 2011 – *Impiego del legno in edilizia. Nuove regole e nuove opportunità*. Sherwood, 175: 42-45.
- EN 14081-2. 2010 – *Timber structures – Strength graded structural timber with rectangular cross section. Part 2: Machine grading; additional requirements for initial type testing*. CEN European Committee for Standardization, Brussels.
- Negro F., Cremonini C., Zanuttini R., 2013 – *CE marking of structural timber: the European standardization frame work and its effects on Italian manufactures*. *Drvna Industrija*, 64 (1): 55-62.  
<http://dx.doi.org/10.5552/drind.2013.1214>
- Nocetti M., Bacher M., Brunetti M., Crivellaro A., van de Kuilen J.W., 2010 – *Machine grading of Italian structural timber: preliminary results on different wood species*. Proceedings of the «World Conference on Timber Engineering», June 20-24, Riva del Garda, Trento, Italy.