

## DESCRIZIONE

annessa a domanda di brevetto per invenzione industriale avente per titolo:  
**METODO PER STABILIRE UNA CORRISPONDENZA A POSTERIORI  
TRA UN PEZZO DI LEGNO ED UN TRONCO DA CUI IL PEZZO DI  
5 LEGNO SIA STATO OTTENUTO**

A nome : MICROTEC S.r.l.  
Con sede a : BRESSANONE (BZ) – Via Julius Durst n. 98  
Inventori designati : Enrico Ursella, Enrico Vicario, Martin Bacher  
Mandatario : Ing. Simone Ponchioli c/o Ruffini Ponchioli e  
10 Associati S.r.l.

\* \* \*

## DESCRIZIONE

La presente invenzione ha per oggetto un metodo per stabilire una  
corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno e un tronco da cui il pezzo  
15 di legno sia stato ottenuto, nonché alcune parti ed usi di tale metodo  
particolarmente innovativi.

In particolare, la presente invenzione ha per oggetto un metodo che  
permette di ritracciare il tronco di origine di un pezzo di legno, ed  
eventualmente recuperare informazioni relative al pezzo di legno che  
20 fossero state precedentemente memorizzate (anche allo scopo di poter  
ripetutamente validare il funzionamento delle varie apparecchiature  
dell'impianto). In alcune applicazioni il metodo della presente invenzione  
permette anche di determinare la posizione relativa della tavola di legno  
all'interno del tronco.

25 Si noti che nel contesto della presente invenzione con la definizione “pezzo  
di legno” si intende un qualsiasi prodotto ottenibile tagliando un tronco. Le  
tipologie più comuni di pezzo di legno sono le tavole e i fogli sottili.

In generale, il fatto di poter capire da quale tronco proviene un pezzo di  
legno permette di ottenere diversi vantaggi.

30 In primo luogo, permette di avere una tracciabilità completa sia all'interno

della segheria, sia rispetto a tutto ciò che precede e segue la lavorazione in segheria, vale a dire il tratto bosco-segheria ed il tratto segheria-prodotto finale. Conoscere queste informazioni da un lato permette di dare una maggiore garanzia al cliente finale, dall'altro lato permette agli operatori  
5 industriali di capire le zone o le tecniche di produzione migliori in foresta.

In secondo luogo, come già anticipato, conoscere il tronco di origine di un pezzo di legno permette anche di capire se tutto nell'impianto funziona come previsto. In particolare, gli impianti moderni eseguono il taglio dei tronchi utilizzando schemi di taglio ottimizzati studiati sulla base delle  
10 caratteristiche di ogni tronco e di ogni tavola di legno che si prevede di ottenere. Quindi conoscendo il tronco di origine di un pezzo di legno, nonché eventualmente la posizione relativa di tale pezzo di legno all'interno del tronco, è possibile verificare se i prodotti che si era previsto di ottenere con l'ottimizzazione siano stati veramente ottenuti o se vi siano stati dei  
15 problemi nella linea (tagli non corretti, difetti non visti in fase di ottimizzazione, materiale rovinato ...).

Ulteriormente, qualora nell'impianto sia prevista l'esecuzione di una indagine tomografica su ciascun tronco, conoscere il tronco di origine di un pezzo di legno e la posizione relativa di tale tavola di legno all'interno del  
20 tronco, permette di avere disponibili i dati tomografici interni del pezzo di legno senza necessità di eseguire una ulteriore scansione tomografica su ogni singolo pezzo di legno. Ciò significa anche poter facilmente capire se il legno di cui è composta ciascuna tavola corrisponda a durame, alburno o midollo del tronco di partenza.

25 Negli impianti attualmente noti non sono presenti soluzioni in grado di garantire i risultati sopra indicati.

In particolare, mentre nel tempo sono state suggerite varie soluzioni per tracciare una tavola dal momento in cui viene tagliata in poi, nonché per stabilire una corrispondenza a posteriori tra una tavola ed un tronco per  
30 particolari tipo di legno caratterizzati da una certa regolarità di crescita, non

risultano essere mai state suggerite soluzioni per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un generico pezzo di legno ed un particolare tronco utilizzabili con qualsiasi tipo di legname, né tantomeno per stabilire una corrispondenza tra un pezzo di legno ed una specifica porzione interna  
5 di un tronco.

Le soluzioni sino ad oggi adottate per la tracciabilità di tavole possono essere distinte in soluzioni invasive (in cui le informazioni di identificazione vengono applicate, scritte o incise sulla tavola) e soluzioni non invasive, in cui la tavola viene via via riconosciuta in corrispondenza di diverse stazioni  
10 in funzione di proprie caratteristiche estetiche riconoscibili (caratteristiche che costituiscono una sorta di "impronta digitale" della tavola). Tutte prevedono tuttavia di iniziare la tracciatura della tavola successivamente al momento in cui la tavola è stata effettivamente prodotta.

In questo contesto il compito tecnico alla base della presente invenzione è  
15 mettere a punto un metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco ottenuta che sia utilizzabile con qualsiasi tipo di legname.

È in particolare compito tecnico della presente invenzione mettere a punto un metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di  
20 legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto, di tipo non invasivo e che possa essere attuato in completa autonomia da diverse apparecchiature di un impianto di lavorazione del legname.

È ancora compito tecnico della presente invenzione mettere a punto un metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno  
25 ed una porzione interna di un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto.

È ulteriormente compito tecnico della presente invenzione mettere a punto un metodo per validare il funzionamento di una o più apparecchiature di un  
30 impianto, che utilizzi il metodo oggetto della presente invenzione per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco

da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto.

Il compito tecnico e gli scopi indicati sono sostanzialmente raggiunti da un metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto in accordo con  
5 quanto descritto nelle unite rivendicazioni.

Rientra poi nella presente invenzione anche un metodo per decidere uno schema di taglio da utilizzare per suddividere un tronco di legno in pezzi di legno, che si basa su alcuni aspetti del metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il  
10 pezzo di legno sia stato ottenuto.

Ulteriori caratteristiche ed i vantaggi della presente invenzione appariranno maggiormente evidenti dalla descrizione dettagliata che segue di alcune forme di esecuzione preferite, ma non esclusive, di un metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il  
15 pezzo di legno sia stato ottenuto.

Si anticipa che tutte le fasi descritte nel contesto della presente descrizione devono essere intese come fasi attuate preferibilmente tramite dispositivi in grado di attuarle in autonomia, non come fasi da attuare manualmente da operatori.

20 Il metodo oggetto della presente invenzione comprende inizialmente una fase iniziale in cui viene preso un tronco di legno. In questo contesto con il termine "preso" si intende semplicemente indicare che un tronco di legno viene inviato alle fasi successive. Che la selezione del tronco venga effettuata in modo casuale, o sulla base di un qualche criterio  
25 appositamente previsto, o che semplicemente corrisponda a prendere via via i vari tronchi che vengono alimentati all'impianto, è del tutto irrilevante.

Va inoltre notato che tutte le fasi descritte nel seguito come attuate su un tronco, saranno generalmente ripetute per una pluralità di tronchi di interesse o, preferibilmente, per tutti i tronchi che vengono lavorati  
30 nell'impianto. Come apparirà più chiaro dalla descrizione che segue, infatti,

ciò permette di creare un database in cui sono immagazzinati i dati di tutti i pezzi di legno prodotti dall'impianto e che permette quindi a posteriori di identificare ogni singolo pezzo di legno ed eventualmente di farlo corrispondere ad una specifica porzione di un tronco.

5 Il tronco preso viene poi sottoposto ad una fase di scansione, in cui viene eseguita una tomografia computerizzata del tronco utilizzando un tomografo; i dati che vengono così ottenuti vengono vantaggiosamente memorizzati in una banca dati, in abbinamento a dati sull'origine del tronco (quali tipo di legno, foresta di origine, zona della foresta, ecc...). Si noti che  
10 nel contesto della presente invenzione alla definizione "tomografia" deve essere riconosciuto il suo significato più ampio (esso comprende quindi tomografie eseguite a raggi X, così come quelle eseguite con altre tecniche quali ultrasuoni, risonanza magnetica, ecc...).

Successivamente, in modo di per sé noto, il metodo prevede che un  
15 computer si esegua una fase di scelta di uno schema di taglio, durante la quale viene calcolato o selezionato uno schema di taglio per il tronco. Generalmente, nel caso di calcolo dello schema di taglio il principio seguito è quello di cercare di massimizzare il valore economico ottenibile dai pezzi di legno (algoritmi di calcolo di questo tipo sono di per sé noti e trovano già  
20 ampio impiego nel settore). In particolare, lo schema di taglio può essere vantaggiosamente calcolato sulla base delle informazioni raccolte nella fase di scansione (eventualmente integrate con altre informazioni disponibili sul tronco o con informazioni di tipo economico memorizzate nel computer).

In alternativa è comunque possibile che la scelta dello schema di taglio  
25 avvenga con altre modalità (ad esempio è possibile che sia lo stesso per tutti i tronchi di una certa specie, o quantomeno per tutti quelli con un diametro compreso in un certo range di valori).

Una volta definito, lo schema di taglio può comprendere informazioni o solo con riferimento ad una successiva suddivisione del tronco in pezzi di legno,  
30 o sia con riferimento a una modalità di lavorazione preliminare esterna del

tronco, sia con riferimento alla successiva suddivisione del tronco lavorato preliminarmente in pezzi di legno (in cosa possa consistere la lavorazione preliminare lo si vedrà nel seguito).

Nel seguito della descrizione saranno introdotti i concetti di “reale” e  
5 “virtuale” con riferimento sia ai pezzi di legno sia a loro caratteristiche. Va notato che il termine “reale” si riferisce a pezzi di legno effettivamente ottenuti e che possono quindi essere utilizzati ed esaminati. Diversamente, il termine “virtuale” si riferisce a modelli computerizzati dei pezzi di legno che esistono solo all’interno di un computer.

10 Determinato lo schema di taglio, il metodo oggetto della presente invenzione prevede una fase di caratterizzazione, durante la quale per ciascun pezzo di legno che si intende ottenere con lo schema di taglio, vengono determinate una o più caratteristiche individualizzanti virtuali. Tali caratteristiche individualizzanti sono individuate senza che il pezzo di legno  
15 debba essere stato effettivamente tagliato; esse vengono infatti ottenute esclusivamente a partire dalle informazioni tomografiche disponibili.

In particolare, le caratteristiche individualizzanti virtuali sono vantaggiosamente legate alla distribuzione e/o dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all’interno e/o sulla superficie di ciascun pezzo di legno. A  
20 titolo di esempio, le caratteristiche individualizzanti virtuali possono essere ottenute considerando forma, dimensione e posizione reciproca dei nodi del tronco sia a livello bidimensionale (ad es. su una o più superfici del pezzo di legno virtuale) sia a livello tridimensionale (ad es. nell’intero volume del pezzo di legno). In aggiunta o in alternativa, le caratteristiche  
25 individualizzanti virtuali possono anche corrispondere a una distribuzione bidimensionale di venature su una o più facce del pezzo di legno virtuale, così come all’andamento della direzione della fibra del legno su una o più facce del pezzo di legno virtuale.

Le caratteristiche individualizzanti virtuali possono inoltre essere tradotte  
30 sotto forma di immagini virtuali che ci si potrebbe aspettare di ottenere

fotografando la superficie del pezzo di legno o eseguendo una radiografia del pezzo di legno. Tali immagini virtuali possono infatti essere create applicando lo schema di taglio al modello tomografico del tronco per ottenere un modello virtuale del pezzo di legno e simulando su tale modello  
5 virtuale lo scatto di una fotografia piuttosto che l'esecuzione di una radiografia, ecc...

Anche la fase di caratterizzazione viene vantaggiosamente eseguita tramite un computer, che può essere o meno lo stesso adibito alla fase di scelta dello schema di taglio. Lo stesso computer, inoltre, esegue preferibilmente  
10 anche la successiva fase di memorizzazione, durante la quale le caratteristiche individualizzanti virtuali identificate per ciascun pezzo di legno virtuale, vengono memorizzate in una banca dati, in abbinamento ad informazioni circa l'identità del tronco (eventualmente anche insieme alle informazioni tomografiche – in alternativa queste ultime possono essere  
15 memorizzate una sola volta per l'intero tronco). Vantaggiosamente, comunque, per ciascun pezzo di legno virtuale, insieme alle informazioni circa l'identità del tronco, vengono memorizzate anche informazioni circa la posizione del pezzo di legno nel tronco, e/o informazioni circa le dimensioni del pezzo di legno virtuale (quali lo spessore, la larghezza, la lunghezza e  
20 la forma della sezione trasversale).

A questo punto il metodo può prevedere l'esecuzione di una fase di lavorazione preliminare, generalmente volta a rendere il tronco più adatto alla successiva fase di taglio in pezzi di legno.

La fase di lavorazione preliminare può consistere in una squadratura,  
25 nell'esecuzione di uno più tagli longitudinali allo scopo di creare una o più facce piane che possano essere successivamente prese come riferimento, oppure nell'esecuzione di una semplice pulizia tramite un chipper.

Si noti che è anche possibile che eventuali pezzi di legno reali tagliati durante la fase di lavorazione preliminare corrispondano a pezzi di legno  
30 virtuali che si voleva ottenere con lo schema di taglio previsto.

Tutte le lavorazioni preliminari che prevedono l'esecuzione di almeno un taglio possono essere vantaggiosamente realizzate tramite una apposita apparecchiatura (quale una squadratrice) che riceve in ingresso le informazioni relative allo schema di taglio dal computer che lo ha elaborato.

- 5 Come è noto, l'operazione di squadratura di un tronco può essere quella meccanicamente più complessa da eseguire con precisione in quanto, partendo da un tronco grezzo si deve produrre una specie di trave, cioè un pezzo di legno in cui su quattro lati a due a due paralleli e contrapposti, è stata asportata per fresatura o taglio una parte di legno tale da avere una
- 10 superficie liscia/regolare (generalmente piana sopra e sotto, ma non necessariamente sui fianchi). Dopo questa fase le lavorazioni meccaniche sono molto più precise perché i macchinari possono utilizzare come riferimento le superfici squadrate. Nella fase di squadratura ci sono invece molti gradi di libertà: rotazione attorno a tutti gli assi, spostamento verticale
- 15 e laterale, taglio curvo. Quest'ultimo grado di libertà permette di far sì che le superfici lisce create sui fianchi individuino un segmento verticale (perpendicolare alle superfici superiore ed inferiore) se sezionate secondo un piano verticale perpendicolare alla direzione longitudinale del tronco, ma possano individuare una linea curva se sezionate secondo un piano
- 20 orizzontale parallelo alla direzione longitudinale del tronco. Problemi analoghi si possono comunque avere nell'esecuzione di tutte le altre tipologie di lavorazioni superficiali, specie quelle che prevedono l'esecuzione di almeno un taglio.

- Come meglio descritto nel seguito, tutti questi gradi di libertà vengono
- 25 vantaggiosamente impostati sulla base dello schema di taglio precedentemente calcolato, ma talvolta possono non essere realizzati in modo preciso. Nella forma realizzativa più completa in cui sia prevista una lavorazione preliminare, il metodo oggetto della presente invenzione può comprendere quindi tre ulteriori fasi aggiuntive, una fase di controllo, una
- 30 fase di confronto e una fase di correzione dello schema di taglio (fasi che,

tuttavia, in forma attuative più semplici possono anche essere omesse).

Durante la fase di controllo, il tronco, dopo essere stato lavorato preliminarmente, è misurato o analizzato allo scopo di determinarne caratteristiche confrontabili con quelle ottenibili dallo schema di taglio applicato ai dati tomografici del tronco.

A titolo di esempio tale fase può essere eseguita con uno scanner in grado di rilevare caratteristiche fisiche del tronco in superficie (tramite immagini a colori, analisi NIR - Near Infrared Reflectance, o scatter laser basato sull'effetto trocoide – di per sé noto e quindi non descritto nel dettaglio in questa sede) oppure un'apparecchiatura in grado di catturarne un'immagine di densità tramite raggi X. Può anche essere previsto che venga misurata la forma esterna del tronco lavorato preliminarmente.

Vantaggiosamente lo stesso computer può poi eseguire la fase di confronto, durante la quale i risultati della fase di controllo vengono confrontati con risultati analoghi ottenibili applicando lo schema di taglio all'immagine tomografica del tronco (ottenendo cioè un tronco lavorato preliminarmente virtuale), allo scopo di verificare se il tronco sia stato lavorato preliminarmente come previsto nello schema di taglio, o meno.

La fase di correzione dello schema di taglio è da eseguirsi se il risultato della fase di confronto indica che il tronco è stato lavorato preliminarmente in modo diverso da come previsto, e prevede che lo schema di taglio precedentemente determinato sia modificato (ricalcolato) per essere adattato al tronco come realmente lavorato preliminarmente. A seconda delle esigenze, la modifica dello schema di taglio può essere effettuata per correggere eventuali difformità tra tronco lavorato reale e virtuale (ad esempio modificando la larghezza o l'altezza in certe zone, o tenendo conto che il taglio reale è ruotato di un certo angolo rispetto a quello virtuale inizialmente previsto), o addirittura per determinare uno schema di taglio completamente diverso che ottimizzi meglio il valore economico ottenibile dai pezzi di legno partendo dal tronco squadrato lavorato preliminarmente.

Tornando alle fasi principali del metodo oggetto della presente invenzione, una volta che il tronco è stato eventualmente lavorato preliminarmente e lo schema di taglio aggiornato, è prevista una fase di taglio, durante la quale il tronco (integro o lavorato preliminarmente) viene suddiviso in pezzi di legno  
5 reali secondo quanto previsto dallo schema di taglio. Generalmente nella fase di taglio i pezzi di legno vengono generati con una lunghezza corrispondente a quella dell'intero tronco (così come quelli virtuali previsti nello schema di taglio); è tuttavia possibile che, in una successiva fase di suddivisione, almeno un pezzo di legno reale ottenuto dalla fase di taglio  
10 possa essere anche accorciato o suddiviso in pezzi sia longitudinalmente sia trasversalmente (questo è possibile anche se non esplicitamente previsto nello schema di taglio), dando vita ad ulteriori pezzi di legno reali.

In alcune forme attuative preferite, prima della fase di suddivisione di almeno un pezzo di legno reale in ulteriori pezzi di legno reali, il metodo  
15 oggetto della presente invenzione prevede che sia prevista una fase di scelta di uno schema di taglio secondario per ciascun pezzo di legno reale da suddividere. La scelta dello schema di taglio secondario potrà essere eseguito secondo le stesse modalità sopra indicate per lo schema di taglio complessivo del tronco, e lo schema di taglio secondario comprenderà  
20 informazioni con riferimento ad una successiva suddivisione dell'almeno un pezzo di legno reale in ulteriori pezzi di legno virtuali.

Vantaggiosamente inoltre, prima della fase di suddivisione dell'almeno un pezzo di legno reale in ulteriori pezzi di legno reali, e dopo la fase di scelta di uno schema di taglio secondario, può essere prevista inoltre una ulteriore  
25 fase di caratterizzazione. Durante l'ulteriore fase di caratterizzazione, per ciascun ulteriore pezzo di legno virtuale che si intende ottenere dall'almeno un pezzo di legno reale da suddividere, ed a partire dalle informazioni tomografiche disponibili, vengono determinate una o più ulteriori caratteristiche individualizzanti virtuali legate alla distribuzione e/o  
30 dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie

dell'ulteriore pezzo di legno virtuale.

Conseguentemente, durante la fase di memorizzazione anche le caratteristiche individualizzanti virtuali di ciascun ulteriore pezzo di legno virtuale sono memorizzate nella banca dati analogamente a quanto previsto  
5 per gli altri pezzi di legno virtuali. Se necessario o opportuno, la fase di memorizzazione può essere attuata in più momenti successivi mano a mano che le informazioni circa le caratteristiche individualizzanti virtuali diventano disponibili.

Nel seguito quando ci si riferirà ai pezzi di legno reali si intenderà riferirsi  
10 genericamente sia a quelli ottenuti a seguito della fase di taglio sia a quelli ottenuti a seguito della fase di suddivisione.

Tutti i pezzi di legno reali ottenuti vengono poi generalmente inviati lungo una linea dove possono essere oggetto di ulteriori lavorazioni o controlli, per raggiungere infine una zona di stoccaggio.

15 In accordo con la presente invenzione, sia durante tali ulteriori lavorazioni o controlli, sia durante il successivo stoccaggio, in qualsiasi momento è possibile eseguire una fase di selezione, durante la quale viene selezionato un pezzo di legno reale di cui si voglia rintracciare l'origine.

A tale scopo, il pezzo di legno reale selezionato viene sottoposto ad una  
20 fase di analisi, ad una fase di ricerca ed ad una fase di identificazione.

Durante la fase di analisi vengono innanzitutto acquisite informazioni reali circa la distribuzione e/o la dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie del pezzo di legno reale. Esattamente come descritto per il tronco squadrato lavorato preliminarmente, tali informazioni  
25 possono essere ottenute utilizzando uno scanner in grado di determinare le caratteristiche fisiche del tronco in superficie (tramite immagini a colori, analisi NIR, o scatter laser basato sull'effetto trocoide) oppure un'apparecchiatura in grado di catturarne un'immagine di densità tramite raggi X.

30 Sempre durante la fase di analisi, sulla base delle informazioni reali

acquisite dal pezzo di legno reale, vengono determinate corrispondenti caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno secondo gli stessi criteri già indicati per le caratteristiche individualizzanti virtuali; anche le caratteristiche individualizzanti reali saranno quindi vantaggiosamente

5 legate alla distribuzione e/o dimensione di nodi all'interno e/o sulla superficie del pezzo di legno reale e potranno ad esempio essere ottenute considerando forma, dimensione e posizione reciproca dei nodi del tronco sia a livello bidimensionale (su una o più superfici del pezzo di legno reale) sia a livello tridimensionale, così come potranno corrispondere a una

10 distribuzione bidimensionale di venature su una o più facce del pezzo di legno reale, così come all'andamento della direzione della fibra del legno su una o più facce del pezzo di legno reale. Per ciascun pezzo di legno reale, così come precedentemente per ciascun pezzo di legno virtuale, sarà quindi creato un gruppo di caratteristiche individualizzanti.

15 Durante la successiva fase di ricerca è poi previsto che le caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno reale vengano confrontate con le caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate in banca dati, allo scopo di cercare di individuare una corrispondenza tra esse. In particolare, si avrà una corrispondenza quando il confronto tra le caratteristiche

20 individualizzanti reali e le caratteristiche individualizzanti virtuali evidenzierà uno scostamento inferiore ad una tolleranza prefissata; in alternativa, se vi è la certezza che il pezzo di legno sia presente nella banca dati, è anche possibile scegliere comunque la corrispondenza migliore anche qualora lo scostamento fosse superiore alla tolleranza prefissata.

25 Si noti che la fase di ricerca potrà essere svolta anche qualora i pezzi di legno reali siano più piccoli di quelli virtuali (non viceversa) in quanto in quel caso le caratteristiche individualizzanti reali corrisponderanno a un sottoinsieme o sottogruppo di quelle virtuali.

In questo caso, quindi, durante la fase di ricerca, le caratteristiche

30 individualizzanti reali del pezzo di legno reale sono confrontate anche con

sottogruppi di caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate in banca dati, per individuare la citata corrispondenza.

A seconda delle forme attuative, varie soluzioni possono essere adottate per facilitare lo svolgimento della fase di ricerca. In particolare, per  
5 minimizzare il numero di confronti da eseguire, può essere previsto di effettuare i confronti di un pezzo di legno reale solo con pezzi di legno virtuali che abbiano dimensioni compatibili, vale a dire non inferiori.

In accordo con una ulteriore opzione, ciascun pezzo di legno reale può essere confrontato prima con i pezzi di legno virtuali interi, e solo  
10 successivamente, in caso di mancata individuazione di una corrispondenza, solo con parti dei pezzi di legno virtuali (questo in quanto solo pochi pezzi di legno reali sono generalmente ottenuti tramite una fase di suddivisione successiva).

In accordo con un'altra modalità attuativa particolarmente preferita, quando  
15 la fase di ricerca prevede il confronto tra pezzi di legno reali e parti di pezzi di legno virtuali, le caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno reale sono confrontate con sottogruppi di caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate in banca dati solo per pezzi di legno virtuali che abbiano lo stesso spessore del pezzo di legno reale e le altre dimensioni  
20 pari o superiori a quelle del pezzo di legno reale.

Tornando all'ultima fase principale del metodo, durante la fase di identificazione, l'origine del pezzo di legno viene identificata utilizzando le informazioni circa l'identità del tronco che sono memorizzate in banca dati in abbinamento alle caratteristiche individualizzanti virtuali per le quali si è  
25 determinata la corrispondenza con le caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno. In questa fase, se l'informazione è disponibile in banca dati, è anche possibile determinare la posizione che il pezzo di legno aveva nel tronco. Anche questa fase è svolta tramite un computer.

Contestualmente, durante la fase di identificazione è anche possibile che lo  
30 stesso computer recuperi informazioni relative alla tomografia del pezzo di

legno di interesse; come detto tali informazioni possono essere memorizzate già pronte nella banca dati in abbinamento alle corrispondenti caratteristiche individualizzanti virtuali o possono essere ottenute estrapolandole da quelle complessive del tronco.

- 5 Si noti che sebbene la presente invenzione riguardi in primo luogo il metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto, nella sua versione più completa sopra descritta essa comprende un ulteriore specifico aspetto innovativo meritevole di tutela indipendente. Si tratta dell'insieme di fasi
- 10 operative relative alla modifica/adattamento dello schema di taglio che vengono eseguite dopo che il tronco è stato oggetto della fase di lavorazione preliminare, fasi operative che non trovano antecedenti nei sistemi e metodi di ottimizzazione dello schema di taglio noti.

Come sopra anticipato, poi, la presente invenzione riguarda anche l'utilizzo

15 del metodo per stabilire la corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto, all'interno di un metodo di validazione e controllo del funzionamento dell'impianto. Grazie alla presente invenzione, infatti, l'impianto può essere in grado di svolgere una sorta di autodiagnosi per verificare che tutte le varie apparecchiature

20 utilizzate funzionino nel modo migliore.

A tale scopo, una volta identificata la corrispondenza tra il pezzo di legno reale ed il tronco da cui il pezzo di legno è stato ottenuto, è prevista l'esecuzione di una fase di comparazione, durante la quale il pezzo di legno reale ottenuto viene comparato al corrispondente pezzo di legno virtuale

25 previsto nello schema di taglio. Tale comparazione può riguardare diversi aspetti: le dimensioni del pezzo di legno, la distribuzione delle caratteristiche fisiche nel pezzo di legno, le proprietà meccaniche, l'eventuale presenza di difetti (previsti o meno in fase di scelta dello schema di taglio), ecc...

- 30 Dal punto di vista operativo la fase di comparazione è eseguita da un

computer per quanto riguarda la comparazione vera e propria, mentre può prevedere l'utilizzo di apposite apparecchiature per l'ottenimento delle informazioni da comparare (scanner, telecamere, dispositivi radiografici, dispositivi per la stima del modulo di elasticità, ecc...).

5 I risultati della fase di comparazione vengono poi utilizzati in una fase di validazione, durante la quale viene validato o meno il funzionamento delle varie apparecchiature utilizzate durante lo svolgimento del metodo sopra descritto.

In particolare, il funzionamento viene considerato validato solo quando le  
10 una o più caratteristiche di riferimento di interesse del pezzo di legno reale, si discostano da quelle relative al pezzo di legno virtuale meno di un valore di soglia prefissato.

Qualora invece lo scostamento sia superiore a tale valore di soglia, il funzionamento dell'impianto non può essere validato e l'operatore sa che è  
15 necessario sottoporre l'impianto a manutenzione.

A titolo di esempio, a seguito delle fasi di comparazione e validazione possono emergere i seguenti problemi:

- un mal funzionamento del tomografo quando a seguito dei controlli si noti che i dati tomografici non evidenziano difetti o caratteristiche del legname;
- 20 - un mal funzionamento del computer responsabile dell'ottimizzazione dello schema di taglio (o comunque una non adeguatezza dell'algoritmo utilizzato), qualora si noti che i pezzi di legno reali effettivamente ottenuti presentano difettosità che ne rendano il valore economico inferiore rispetto a quanto ci si aspettava;
- 25 - un cattivo funzionamento della meccanica responsabile della movimentazione del tronco o delle lame nelle varie fasi di taglio, laddove il taglio effettivamente eseguito non corrisponda a quello previsto.

La presente invenzione consegue importanti vantaggi.

In primo luogo, grazie alla presente invenzione è stato possibile mettere a  
30 punto un metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo

di legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto, che può essere utilizzato con qualsiasi tipologia di legname.

In secondo luogo si tratta di un metodo che è di tipo non invasivo e che può essere attuato in completa autonomia da diverse apparecchiature di un  
5 impianto di lavorazione del legname.

Ulteriormente, grazie alla presente invenzione è stato possibile mettere a punto un metodo per validare il funzionamento di una o più apparecchiature di un impianto.

Va infine rilevato che la presente invenzione risulta di relativamente facile  
10 realizzazione e che anche il costo connesso alla sua attuazione non risulta molto elevato.

L'invenzione così concepita è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del concetto inventivo che la caratterizza.

Tutti i dettagli sono rimpiazzabili da altri tecnicamente equivalenti ed i  
15 materiali impiegati, nonché le forme e le dimensioni dei vari componenti, potranno essere qualsiasi a seconda delle esigenze.

IL MANDATARIO  
Ing. Simone Ponchirolì  
(Albo Prot. n. 1070BM)

## **RIVENDICAZIONI**

1. Metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto, comprendente le seguenti fasi operative:

una fase iniziale in cui viene preso un tronco di legno;

una fase di scansione, in cui viene eseguita una tomografia del tronco di legno;

una fase di scelta di uno schema di taglio, durante la quale viene calcolato o selezionato uno schema di taglio del tronco, lo schema di taglio comprendendo informazioni con riferimento ad una successiva suddivisione del tronco in pezzi di legno;

una fase di caratterizzazione, durante la quale per ciascun pezzo di legno virtuale che si intende ottenere con lo schema di taglio, ed a partire dalle informazioni tomografiche disponibili, vengono determinate una o più caratteristiche individualizzanti virtuali legate alla distribuzione e/o dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie del pezzo di legno virtuale stesso;

una fase di memorizzazione, durante la quale tali caratteristiche individualizzanti virtuali di ciascun pezzo di legno virtuale sono memorizzate in una banca dati, in abbinamento ad informazioni circa l'identità del tronco;

una fase di taglio, durante la quale il tronco viene suddiviso in pezzi di legno reali secondo quanto previsto dallo schema di taglio;

una fase di selezione, durante la quale viene selezionato un pezzo di legno reale ottenuto dalla fase di taglio;

una fase di analisi, durante la quale vengono acquisite informazioni reali circa la distribuzione e/o la dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie del pezzo di legno reale stesso e, sulla base di tali informazioni reali, vengono determinate corrispondenti caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno reale;

una fase di ricerca, durante la quale le caratteristiche individualizzanti

reali del pezzo di legno reale vengono confrontate con le caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate in banca dati per pezzi di legno virtuali per individuare una corrispondenza;

ed una fase di identificazione, durante la quale un'origine del pezzo di legno reale viene identificata sulla base delle informazioni circa l'identità del tronco che sono memorizzate in banca dati in abbinamento alle caratteristiche individualizzanti virtuali di un pezzo di legno virtuale che corrispondono alle caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno reale.

**2.** Metodo secondo la rivendicazione 1 in cui durante la fase di memorizzazione le caratteristiche individualizzanti virtuali sono memorizzate nella banca dati, in abbinamento sia ad informazioni circa l'identità del tronco sia circa la posizione del pezzo di legno virtuale nel tronco, ed in cui durante la fase di identificazione l'origine del pezzo di legno reale viene identificata sulla base delle informazioni circa l'identità del tronco e la posizione del pezzo di legno virtuale nel tronco che sono memorizzate in banca dati in abbinamento alle caratteristiche individualizzanti virtuali per le quali si sia trovata una corrispondenza con le caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno.

**3.** Metodo secondo la rivendicazione 1 o 2 in cui durante la fase di memorizzazione, per ciascun pezzo di legno virtuale, insieme alle caratteristiche individualizzanti virtuali sono memorizzate nella banca dati anche informazioni circa le dimensioni del pezzo di legno virtuale.

**4.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti comprendente inoltre, dopo la fase di scelta dello schema di taglio, e prima della fase di caratterizzazione, le seguenti fasi operative:

una fase di lavorazione preliminare, durante la quale il tronco viene sottoposto ad una lavorazione preliminare di taglio o pulizia in accordo con lo schema di taglio;

una fase di controllo, durante la quale viene misurato o analizzato il

tronco dopo la lavorazione preliminare;

una fase di confronto, durante la quale i risultati della fase di controllo vengono confrontati con i risultati ottenibili applicando lo schema di taglio all'immagine tomografica del tronco ottenuta nella fase di scansione per verificare se il tronco sia stato lavorato preliminarmente come previsto nello schema di taglio; ed

una fase di correzione dello schema di taglio, da eseguirsi se il risultato della fase di confronto indica che il tronco è stato lavorato preliminarmente in modo diverso da come previsto, durante la fase di correzione lo schema di taglio precedentemente determinato essendo modificato per essere adattato al tronco lavorato preliminarmente reale.

**5.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti comprendente inoltre, dopo la fase di taglio, una fase di suddivisione di almeno un pezzo di legno reale ottenuto dalla fase di taglio in ulteriori pezzi di legno reali.

**6.** Metodo secondo la rivendicazione 5 in cui, durante la fase di ricerca, le caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno reale vengono confrontate con sottogruppi di caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate in banca dati per individuare detta corrispondenza.

**7.** Metodo secondo le rivendicazioni 3 e 6 in cui le informazioni circa le dimensioni del pezzo di legno virtuale comprendono uno spessore del pezzo di legno virtuale, ed in cui durante la fase di ricerca le caratteristiche individualizzanti reali del pezzo di legno reale vengono confrontate con sottogruppi di caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate in banca dati con riferimento a pezzi di legno virtuali aventi lo stesso spessore del pezzo di legno reale e altre dimensioni pari o superiori a quelle del pezzo di legno reale.

**8.** Metodo secondo la rivendicazione 5 in cui, prima della fase di suddivisione di detto almeno un pezzo di legno reale, è prevista una fase di scelta di uno schema di taglio secondario che comprenda informazioni con

riferimento ad una successiva suddivisione di detto almeno un pezzo di legno reale in ulteriori pezzi di legno virtuali.

**9.** Metodo secondo la rivendicazione 8 in cui, prima della fase di suddivisione di detto almeno un pezzo di legno reale e dopo la fase di scelta di uno schema di taglio secondario, è prevista inoltre una ulteriore fase di caratterizzazione, durante la quale, per ciascun ulteriore pezzo di legno virtuale che si intende ottenere da detto almeno un pezzo di legno reale, ed a partire dalle informazioni tomografiche disponibili, vengono determinate una o più ulteriori caratteristiche individualizzanti virtuali legate alla distribuzione e/o dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie dell'ulteriore pezzo di legno virtuale stesso, ed in cui durante la fase di memorizzazione anche le caratteristiche individualizzanti virtuali di ciascun ulteriore pezzo di legno sono memorizzate nella banca dati in abbinamento ad informazioni circa l'identità del tronco.

**10.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti in cui le informazioni individualizzanti virtuali determinate durante la fase di caratterizzazione corrispondono a:

una distribuzione bidimensionale o tridimensionale di nodi su una o più facce del pezzo di legno virtuale, e/o all'interno del pezzo di legno virtuale; e/o

una distribuzione bidimensionale di venature su una o più facce del pezzo di legno virtuale; e/o

un andamento della direzione della fibra del legno su una o più facce del pezzo di legno virtuale.

**11.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti in cui le informazioni reali acquisite durante la fase di analisi corrispondono ad una disposizione di caratteristiche fisiche del tronco su una superficie esterna del pezzo di legno reale e vengono ottenute o acquisendo un'immagine di una superficie esterna del pezzo di legno reale, a colori nel visibile e/o

nell'infrarosso, e/o proiettando uno o più punti luminosi sulla superficie del pezzo di legno reale e determinando la presenza o meno di caratteristiche fisiche del tronco valutando l'eventuale scatter che interessa tali punti luminosi, e/o acquisendo un'immagine radiografica del pezzo di legno reale.

**12.** Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti comprendente inoltre:

una fase di comparazione, durante la quale il pezzo di legno reale ottenuto viene comparato al corrispondente pezzo di legno virtuale previsto nello schema di taglio, ed

una fase di validazione, durante la quale viene validato o meno il funzionamento di apparecchiature utilizzate durante lo svolgimento del metodo, in funzione del risultato della fase di comparazione, il funzionamento essendo validato solo quando una o più caratteristiche di riferimento del pezzo di legno reale si discostano da quelle del pezzo di legno virtuale meno di un valore di soglia prefissato.

**13.** Metodo per decidere uno schema di taglio da utilizzare per suddividere un tronco di legno in pezzi di legno, comprendente le seguenti fasi operative:

una fase iniziale in cui viene preso un tronco di legno;

una fase di scansione, in cui viene eseguita una tomografia del tronco di legno;

una fase di scelta di uno schema di taglio, durante la quale viene scelto o calcolato uno schema di taglio del tronco, lo schema di taglio comprendendo informazioni sia con riferimento ad una lavorazione preliminare esterna del tronco, sia con riferimento ad una successiva suddivisione della parte interna del tronco in pezzi di legno;

una fase di lavorazione preliminare, durante la quale il tronco viene lavorato preliminarmente in accordo con lo schema di taglio;

una fase di controllo, durante la quale viene misurato o analizzato il tronco lavorato preliminarmente;

una fase di confronto, durante la quale i risultati della fase di controllo vengono confrontati con i risultati ottenibili applicando lo schema di taglio scelto all'immagine tomografica del tronco ottenuta nella fase di scansione per verificare se il tronco sia stato lavorato preliminarmente come previsto nello schema di taglio; ed

una fase di correzione dello schema di taglio, da eseguirsi se il risultato della fase di confronto indica che il tronco è stato lavorato preliminarmente in modo diverso da come previsto, durante la fase di correzione lo schema di taglio precedentemente determinato essendo modificato per essere adattato al tronco lavorato preliminarmente reale.

IL MANDATARIO

Ing. Simone Ponchiroli  
(Albo Prot. n. 1070BM)

## **RIASSUNTO**

Metodo per stabilire una corrispondenza a posteriori tra un pezzo di legno ed un tronco da cui il pezzo di legno sia stato ottenuto, comprendente le seguenti fasi operative eseguire una tomografia del tronco di legno, calcolare o selezionare uno schema di taglio del tronco, determinare una o più caratteristiche individualizzanti virtuali legate alla distribuzione e/o dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie del pezzo di legno virtuale stesso a partire dalle informazioni tomografiche disponibili, memorizzarle in una banca dati, in abbinamento ad informazioni circa l'identità del tronco, suddividere il tronco in pezzi di legno reali secondo lo schema di taglio, acquisire informazioni reali circa la distribuzione e/o la dimensione di caratteristiche fisiche del tronco all'interno e/o sulla superficie di un pezzo di legno reale e determinare corrispondenti caratteristiche individualizzanti reali da confrontare con caratteristiche individualizzanti virtuali memorizzate e identificare un'origine del pezzo di legno reale sulla base delle informazioni circa l'identità del tronco memorizzate in abbinamento alle caratteristiche individualizzanti virtuali che corrispondono alle caratteristiche individualizzanti reali.