



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali

TESI DI LAUREA IN SCIENZE FORESTALI E AMBIENTALI

**L'IMPIEGO DEGLI ASSORTIMENTI LEGNOSI DI PICCOLO
DIAMETRO:
lo stato dell'arte e le opportunità per la realtà trentina**

Relatore

Prof. Mauro Masiero

Correlatore

Prof. Davide Matteo Pettenella

Dr. Giovanni Giovannini

Dr. Valentino Gottardi

Laureando

Simone Pezzato

n. matr. 2062744

Anno Accademico

2024 – 2025

Vardè, ma vardè,
ma vardè la valle,
vardè le montagne
dove g'era le contrà.

(G. de Marzi)

INDICE

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI UTILIZZATI NEL TESTO	9
RIASSUNTO	13
ABSTRACT	14
INTRODUZIONE	15
1. SITUAZIONE FITOSANITARIA DELLE FORESTE TARENTINE.....	19
1.1 Gli eventi metereologici estremi a livello globale	19
1.2 La Tempesta Vaia: gli eventi metereologici estremi accaduti dal 27 al 30 ottobre 2018.....	20
1.3 La Tempesta Vaia: gli effetti in Provincia di Trento	21
1.4 La diffusione del bostrico in Europa	23
1.5 L'emergenza bostrico in Europa e all'interno dell'Euregio.....	24
1.6 L'emergenza bostrico in Trentino	26
1.6.1 I risultati del monitoraggio	27
2. Principali modalità di vendita del legname in Trentino: variazioni a seguito della Tempesta Vaia e dell'emergenza bostrico	30
2.1 La pianificazione forestale in Provincia di Trento	30
2.2 Le modalità di vendita del legname in Provincia di Trento	32
2.2.1 La vendita in piedi.....	33
2.2.2 La vendita a strada con materiale assortimentato e misurato	34
2.2.3 La vendita sulla base di quantità presunte e di cui è previsto l'allestimento	35
2.2.4 La vendita con contratto di fornitura a carattere continuativo e/o pluriennale di durata massima di tre anni	35
2.2.5 Andamento storico delle diverse modalità di vendita del legname in Trentino	35
3. LA DOMANDA DI MERCATO DEGLI ASSORTIMENTI LEGNOSI DI PICCOLO DIAMETRO: LE PROSPETTIVE DI IMPIEGO NELLA REALTÀ TARENTINA	40
3.1 I mercati consolidati.....	41
3.1.1 I prodotti retraibili dal legname di piccolo diametro	42
3.1.2 I prodotti retraibili dal legname di maggior diametro	46
3.2 L'Agenda 2030, il <i>New Green Deal</i> europeo e l'utilizzo a cascata del legno ...	58
3.3 I nuovi prodotti legati allo sviluppo della bioeconomia e dell'economia circolare	62
3.3.1 Le bioraffinerie <i>multi-feedstock</i>	66
3.4 Le prospettive future per l'utilizzo della biomassa e della bioenergia.....	67
4. FONTI E METODOLOGIA D'INDAGINE	71
4.1 Incidenza degli assortimenti forestali di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo	71
4.2 Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle utilizzazioni forestali	73
4.3 Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle prime lavorazioni	74
5. RISULTATI E DISCUSSIONE	77
5.1 Incidenza degli assortimenti forestali di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo	77

5.1.1	Analisi delle percentuali di assortimenti di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo	77
5.1.2	La provenienza degli assortimenti di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo.....	88
5.2	La variazione del diametro minimo di misurazione nei capitolati d'oneri particolari provinciali.....	91
5.3	Valore economico della paleria e incidenza delle piante di piccolo diametro sui progetti di taglio provinciali	96
5.3.1	L'andamento del prezzo del tronco da sega e della paleria nelle aste pubblicate su Legno Trentino	96
5.3.2	Analisi del valore economico delle piante con diametro minore di 25 cm sulla base dei progetti di taglio pubblicati	98
5.4	Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle imprese di utilizzazione forestale	100
5.4.1	Le imprese di utilizzazione forestale coinvolte	100
5.4.2	Numero di dipendenti, volume medio di utilizzazione e modalità delle lavorazioni	100
5.4.3	Sistemi di meccanizzazione e destinazione commerciale degli assortimenti legnosi di piccolo diametro	102
5.4.4	Prospettive per lo sviluppo aziendale futuro	106
5.4.5	Costi di lavorazione del materiale legnoso a seconda del sistema di meccanizzazione	107
5.4.6	Costi sostenuti dall'impresa per eseguire un diradamento a seconda del sistema di meccanizzazione utilizzato	109
5.5	Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle imprese di prima lavorazione del legno	111
5.5.1	Organico aziendale	111
5.5.2	Produzione e specie legnose lavorate	113
5.5.3	Approvvigionamento del legname	114
5.5.4	Prodotti retraibili dagli assortimenti legnosi di piccolo diametro e principali lavorazioni.....	115
5.5.5	Prospettive per lo sviluppo aziendale futuro	116
5.5.6	Impiego dei sottoprodotti e degli scarti di lavorazione	117
5.5.7	Linee di segagione e rese di lavorazione	118
6.	CONCLUSIONI	124
	Bibliografia.....	133
	Siti web	137
	ALLEGATI.....	138
	APPENDICE.....	139
	Grafici relativi all'indagine sul settore delle utilizzazioni forestali	139
	Grafici relativi all'indagine sul settore della prima lavorazione	140

ELENCO DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Distribuzione e intensità degli schianti da vento</i>	23
<i>Figura 2: Serie storica dei danni da bostrico in Europa (1945-2017) (Hlásny et al. (2021)</i>	24
<i>Figura 3: Variazione dell'areale di diffusione del bostrico all'aumento della temperatura media (Hlásny et al. (2021))</i>	25
<i>Figura 3: Andamento delle catture di bostrico in Euregio (2017-2023) (Servizio Foreste, 2024)</i>	26
<i>Figura 5: Grado di diffusione del bostrico nei comuni trentini</i>	32
<i>Figura 6: Giunto a dita o Finger joint</i>	48
<i>Figura 7: Schema dei processi di sfogliatura e tranciatura</i>	50
<i>Figura 8: Esempi di compensato, multistrato, alveolare e placcato</i>	51
<i>Figura 9: Pannello di truciolare e O.S.B.</i>	53
<i>Figura 10: Pannello di truciolare MDF.</i>	53
<i>Figura 11: Legno microlamellare</i>	54
<i>Figura 12: Pannello di X-Lam</i>	56
<i>Figura 13: Fasi della produzione di X-Lam</i>	56
<i>Figura 14: Listello di PSL</i>	57
<i>Figura 15: Listello schiuma di legno</i>	65

ELENCO DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: Principali tempeste dagli anni '60 ad oggi (Torreggiani L, 2019 - adattato).</i> 19	
<i>Tabella 2: Impatto della tempesta Vaia nelle regioni italiane</i>	20
<i>Tabella 3: Valutazione degli schianti divisi per classi di danno</i>	21
<i>Tabella 4: Distribuzione del danno per U.D.F.</i>	22
<i>Tabella 5: Rapporto tra i danni da schianto da vento e da scolitidi</i>	24
<i>Tabella 6: Andamento catture bostrico in P.A.T. 2019-2023</i>	29
<i>Tabella 7: Andamento delle vendite in piedi/in strada dal 2009 al 2013</i>	36
<i>Tabella 8: Media delle vendite</i>	37
<i>Tabella 9: Andamento del prezzo di vendita del legname dal 2009 al 2023</i>	38
<i>Tabella 10: Prezzi medi di vendita</i>	38
<i>Tabella 11: Prezzi medi di vendita</i>	43
<i>Tabella 12: Andamento storico del mercato della carta (M. Valois, 2024)</i>	45
<i>Tabella 13: Lotti analizzati</i>	78
<i>Tabella 14: Lotto Briglie orti</i>	80
<i>Tabella 15: Lotto Costa alberi</i>	81
<i>Tabella 16: Lotto Piazza castigo</i>	82
<i>Tabella 17: Lotto Tornanti vasche</i>	83
<i>Tabella 18: Lotto Vecchia Sadole</i>	84
<i>Tabella 19: Lotto Boschi Ciadinon</i>	85
<i>Tabella 20: Lotto Rio Valon</i>	86
<i>Tabella 21: Andamento delle percentuali di assortimento di piccolo diametro nei lotti boschivi</i>	87
<i>Tabella 22: Briglie orti - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro</i>	89

<i>Tabella 23: Costa alberi - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro</i>	<i>89</i>
<i>Tabella 24: Piazza castigo - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro</i>	<i>90</i>
<i>Tabella 25: Tornanti vasche - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro</i>	<i>90</i>
<i>Tabella 26: Boschi ciadinon - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro</i>	<i>91</i>
<i>Tabella 27: Analisi del diametro minimo di misurazione</i>	<i>93</i>
<i>Tabella 28: Variazione del diametro minimo di misurazione (2017-2023)</i>	<i>94</i>
<i>Tabella 29: Andamento del prezzo del legname in P.A.T.</i>	<i>97</i>
<i>Tabella 30: Valore economico dell'assortimento di piccolo diametro</i>	<i>98</i>
<i>Tabella 31: Numero di dipendenti e volume medio annuale delle utilizzazioni</i>	<i>100</i>
<i>Tabella 32: Modalità delle lavorazioni e diametro minimo di lavorazione</i>	<i>101</i>
<i>Tabella 33: Sistemi di meccanizzazione e diametro minimo di lavorazione</i>	<i>103</i>
<i>Tabella 34: Lavorazione dei piccoli diametri e destinazione commerciale</i>	<i>104</i>
<i>Tabella 35: Paesi di vendita degli assortimenti di piccolo diametro</i>	<i>105</i>
<i>Tabella 36: Sviluppo aziendale futuro</i>	<i>106</i>
<i>Tabella 37: Costi di lavorazione per modello di meccanizzazione</i>	<i>107</i>
<i>Tabella 38: Costi per un diradamento per modello di meccanizzazione</i>	<i>110</i>
<i>Tabella 39: Numero di dipendenti e personale dedicato alla lavorazione dei piccoli diametri</i>	<i>111</i>
<i>Tabella 40: Ore dedicate alla lavorazione dei piccoli diametri e produzione giornaliera</i>	<i>112</i>
<i>Tabella 41: Specie lavorate</i>	<i>113</i>
<i>Tabella 42: Acquisti dedicati ai piccoli diametri e provenienza del legname</i>	<i>114</i>
<i>Tabella 43: Principali prodotti ricavati dall'assortimento di piccolo diametro e ulteriori lavorazioni</i>	<i>115</i>
<i>Tabella 44: Sviluppo aziendale futuro</i>	<i>116</i>
<i>Tabella 45: Scarti di produzione e il loro utilizzo</i>	<i>118</i>
<i>Tabella 46: Imprese con linee di lavorazione specializzate nella lavorazione dei piccoli diametri</i>	<i>119</i>
<i>Tabella 47: Rese di segazione</i>	<i>120</i>
<i>Tabella 48: Costi di lavorazione</i>	<i>121</i>

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI UTILIZZATI NEL TESTO

- A.Pro.Fo.D.: Agenzia Provinciale delle Foreste Demaniale
- A.S.U.C.: Amministrazioni Separate di beni di Uso Civico
- C.C.I.A.A.: Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento
- Det.: Determina della Giunta Provinciale
- D.P.P.: Decreto del Presidente della Provincia
- D.P.U.: Diametro a Petto d'Uomo
- M.C.F.: Magnifica Comunità di Fiemme
- P.A.T.: Provincia Autonoma di Trento
- P.G.F.A.: Piano di Gestione Forestale a carattere Aziendale
- P.S.C.: Piani Semplificati di Coltivazione
- S.C.I.A.: Segnalazioni Certificate di Inizio Attività
- S.F.: Servizio Foreste
- U.D.F.: Ufficio Distrettuale Forestale

RINGRAZIAMENTI

Inizio ringraziando il Servizio Foreste della Provincia Autonoma di Trento e il Corpo Forestale del Trentino che mi hanno permesso di realizzare questa tesi.

Un grazie particolarmente sentito va al dott. Valentino Gottardi per avermi guidato e seguito nel viaggio alla scoperta dei piccoli diametri. Un grazie sincero anche al Dott. Alessandro Wolynski e al Dott. Andrea Sgarbossa per i consigli e il supporto datomi.

Ringrazio le imprese boschive e le segherie che hanno partecipato a quest'indagine.

Ringrazio infine tutte le persone che si sono rese disponibili affinché questo lavoro potesse prendere forma.

Poche righe per ringraziare le persone che più mi hanno aiutato e sostenuto durante tutto il viaggio patavino.

Un grazie a Mamma, Papà e Letizia per avermi accompagnato fino al "Binario 2" e avermi fatto prendere quel treno che mi permettesse di realizzare i miei sogni.

Un grazie alla mia cara amica Sheyla per tutte quelle volte che è riuscita a farmi rimanere senza fiato!

Un grazie a Sara, Peter e Loucy, colleghi fantastici che ho la fortuna di poter chiamare Amici. Grazie per esserci stati nei momenti più duri. Grazie per le discussioni, i confronti e le risate fatte assieme.

Un grazie a Ginevra, per esserci stata sempre, da sempre.

Un grazie ai miei amici, a chi è andato via, a chi è rimasto e a chi, nei momenti più difficili, mi ha saputo far ridere e tirare su di morale!

Un grazie alle mie "piccole" montagne per avermi insegnato che, anche i ghiaioni più instabili, possono essere superati.

Grazie a tutti!

RIASSUNTO

Per velocizzare le operazioni di esbosco del materiale colpito da Vaia e dal bostrico i proprietari forestali trentini hanno adottato nuove regole per la definizione del diametro minimo di misurazione. Questo ha comportato che tutto il materiale legnoso esboscato sotto una soglia diametrica, spesso definita intorno ai 25 cm, venisse ceduto gratuitamente alle imprese boschive come una sorta di sconto per l'acquisto dei lotti boschivi soggetti a forti danni, e quindi ricchi di assortimenti di piccolo diametro, tradizionalmente considerati sottoprodotti di limitato valore commerciale. Di fatto il mercato per questi prodotti sta cambiando in questi ultimi anni e le nuove regole vengono incontro ad una crescente domanda di impiego di assortimenti di piccolo diametro.

Alla luce di questi sviluppi, l'obiettivo di questa tesi è quello di mettere in luce le possibilità che l'assortimento legnoso di piccolo diametro offre e l'importanza che questo avrà durante la fase di ricostruzione del patrimonio selvicolturale trentino.

Per capire la percezione di questi assortimenti da parte degli *stakeholders* della filiera foresta – legno trentina, e gli utilizzi che ne fanno, si è organizzata una indagine basata su interviste ai proprietari forestali, alle imprese di utilizzazione forestale e alle imprese forestali di prima lavorazione.

Il quadro che ne esce è variegato. I proprietari forestali traggono vantaggio nella valorizzazione di questi assortimenti, le imprese di utilizzazione forestali sono propense al loro utilizzo e diverse segherie si stanno specializzando proprio nell'utilizzo di questi materiali.

THE USE OF SMALL DIAMETER WOODEN ASSORTMENTS: the state of technology and the possibilities in the Trentino context

ABSTRACT

In order to speed up the clearing of material damaged by Vaia storm and the following bark beetle, forest owners in Trentino have adopted new rules for defining the minimum diameter. This has meant that all woody material harvested below a diameter threshold, often defined at around 25 cm, is given free of charge to forestry companies as a sort of discount for the purchase of forest plots heavy damaged, with a large presence of small-diameter logs, traditionally considered by-products of limited commercial value. In fact, the market for these products has been changing in recent years and the new rules meet a growing demand for the use of small-diameter assortments.

In the light of these developments, the aim of this thesis is to highlight the possibilities that small-diameter wood assortments offer and the importance that this will have during the reconstruction phase of Trentino's silvicultural context.

To understand the perception of the importance of these assortments by the stakeholders of the Trentino forest-wood supply chain, and the uses they make of them, a survey was organised based on interviews with forest owners, wood harvesting companies and primary processing forestry companies.

The picture that emerges is mixed. Forest owners benefit from the utilisation of these assortments, wood harvesting companies are keen on their use and several sawmills are specialising in the use of these materials.

INTRODUZIONE

Con questa tesi si è voluto approfondire ed analizzare il settore degli assortimenti legnosi di piccolo diametro.

Gli ingenti volumi legnosi abbattuti dalla tempesta Vaia e colpiti dall'epidemia di bostrico hanno portato i proprietari forestali trentini ad innalzare il diametro minimo di misurazione, cedendo a titolo gratuito buona parte del materiale fine ricavabile dai lotti boschivi.

La destinazione commerciale di questi assortimenti non è solamente circoscrivibile alla filiera energetica ma, anzi, occupa un segmento di mercato che, nel corso degli anni, si sta ampliando sempre di più.

Come riportato da Buck *et al.* nel 2019, il materiale di piccolo diametro, all'interno della filiera energetica, riveste un ruolo cruciale nelle politiche europee per il raggiungimento neutralità climatica entro il 2050. Inoltre, a seguito dei conflitti internazionali in atto, lo sviluppo di una fonte energetica sostenibile interna al paese, come il pellet, assume un ruolo strategico (Aguilar, 2023).

Le filiere industriali della pasta da carta e del legname da imballaggio rappresentano ulteriori segmenti di mercato per la valorizzazione e la trasformazione del legname di piccolo diametro (C.C.I.A.A., 2009).

La valorizzazione del legname meno pregiato passa anche dall'impiego del legname di maggior diametro, ma di qualità inferiore. Il campo d'impiego è quello del legname ingegnerizzato. Ovvero, la creazione e l'assemblaggio di assortimenti con dimensioni in grado di soddisfare ogni necessità.

Nel campo di impiego di tronchi di minori dimensioni o di dimensioni ordinarie ma di minor pregio rientrano: i pannelli truciolari, i pannelli di fibre (M.D.F. e H.D.F.), il legname microlamellare (L.V.L.), il legno lamellare (*X-Lam*), tra i prodotti più utilizzati nella bioedilizia, e il P.S.L. (*Parallel Strand Lumber*) anch'esso molto utilizzato nel campo bioedile (Tondi, 2023).

Nell'ambito dell'attuazione della politica del *New Green Deal*, l'Unione Europea ha approvato una serie di strategie e di atti normativi che interessano il settore forestale. Al *New Green Deal* si unisce il piano strategico delle Nazioni Unite per le foreste 2017-2030 e il relativo programma di lavoro quadriennale. Questi strumenti permettono un'attuazione sinergica delle politiche e dei programmi forestali all'interno dei Paesi ONU.

L'impiego degli assortimenti legnosi di diametro fine, rientra nel "principio a cascata dell'utilizzo del legname", ovvero un punto cardine del *New Green Deal*, che prevede un utilizzo del legname tale da generare il massimo valore economico e ambientale¹. All'intero della realtà nazionale, una corretta applicazione di questo principio favorirebbe la valorizzazione del patrimonio boschivo italiano (Terraneo, 2023).

L'uso a cascata del materiale legnoso concorda con i principi della bioeconomia circolare nel puntare a limitare la produzione di rifiuti legnosi, mantenendo i materiali in uso il più a lungo possibile e conservandone il massimo valore nel tempo. In un contesto come questo, parte della biomassa forestale, se opportunamente valorizzata, può essere interpretata come una risorsa rinnovabile e di lunga durata (Cluster Spring, 2023).

La biomassa derivante dalla prima lavorazione del legno può essere destinata a filiere della bioeconomia, al contrario quella prodotta dalle utilizzazioni forestali svolge un ruolo fondamentale nella conservazione della biodiversità, e un suo incentivo potrebbe avere delle ripercussioni a livello ambientale/naturale (Cluster Spring, 2023).

La bioeconomia punta alla realizzazione di prodotti in grado di sostituire quelli attuali, utilizzando come materia prima solamente le risorse biologiche, riducendo così l'entità delle emissioni. I settori principali di sviluppo sono quello edile, tessile e chimico (Verkerk, 2022). L'elemento chiave di questa trasformazione è la bioraffineria. Si tratta di un impianto in grado di convertire le materie prime di origine forestale in una

¹ <https://www.confindustriaemilia.it/obiettivi-green-deal-europeo-e-confindustria-servizi#:~:text=Gli%20obiettivi%20del%20Green%20Deal%20europeo%20comprendono%20una%20serie%20di,energetica%20e%20tutelare%20la%20biodiversit%C3%A0> – marzo 2024

gamma di prodotti commerciabili, quali: alimenti, mangimi, composti, prodotti chimici ed energia (de Jong *et al.*, 2012).

I prodotti realizzati dalle bioraffinerie si dividono in: composti (ad esempio nanofibre e biocomposti), prodotti chimici (come dimetiletere e tallolio), carburanti (biocarburanti), alimenti (soprattutto aromi e conservanti) e prodotti farmaceutici/cosmetici (CEPI, 2020).

Analizzato i possibili sviluppi e impieghi degli assortimenti di piccolo diametro e dagli scarti di lavorazione, si è andato a studiare come questo materiale venisse sfruttato e lavorato all'interno della filiera foresta – legno trentina.

Si è partiti vedendo questa tematica dal lato del proprietario forestale. Si è quindi definita l'incidenza degli assortimenti di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo. Grazie alla collaborazione dei tecnici della Magnifica Comunità di Fiemme, è stato possibile definire l'assortimentazione completa ricavata da singoli lotti provenienti da fustaie di abete rosso caratterizzate da diverse strutture. Si sono analizzati 7 cantieri divisi in tre categorie: pecceta coetaniforme adulta, pecceta coetaniforme matura e pecceta disomogenea.

Partendo dai piedilista di martellata, è stata definita la percentuale di assortimenti di piccolo diametro, retraibile da piante rientranti nelle prime classi diametriche e la quota proveniente dalle parti apicali delle piante con diametro superiore.

L'analisi è proseguita ricostruendo la serie storica del diametro minimo di misurazione, mediante i dati presenti sul Portale del Legno Trentino. In particolar modo, si è andati ad analizzare i capitolati d'oneri particolari dei lotti pubblicati sul portale dal 2017 al 2023.

La seconda parte dell'indagine ha coinvolto le imprese di utilizzazione forestale locali. Mediante un questionario, realizzato appositamente per l'indagine, si è andati a conoscere il punto di vista delle imprese sulla lavorazione di questi assortimenti. Si sono scelte 14 imprese, provenienti da tutto il territorio provinciale, questo per osservare le diverse percezioni, date dai differenti contesti forestali locali, sulla

situazione attuale e sugli sviluppi futuri. Non essendoci realtà specializzate nell'utilizzazione di piccoli diametri, si è deciso di concentrare l'indagine sulle imprese locali maggiormente strutturate e che potessero fornire dati precisi sui costi e sulle difficoltà che si hanno nella lavorazione di questi assortimenti.

La terza parte dell'indagine ha coinvolto il comparto delle imprese di prima lavorazione del legno che, attualmente, si dedicano alla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro. Anche in questo caso, per capire come il settore valorizzi questi assortimenti, si è deciso di realizzare un'indagine basata su un questionario. Le segherie da intervistare sono state selezionate basandosi sui dati raccolti nel 2021 con l'Indagine sulla Filiera trentina foreste-legno-energia (Imperiali, 2022).

In particolare, ci si è concentrati sulle imprese che avevano dichiarato di poter lavorare tronchi con diametri inferiori a 25 cm. Delle 115 imprese precedentemente intervistate, 15 risultavano idonee all'indagine. Tutte e 15 queste imprese sono state selezionate per la presente indagine.

La tesi non analizza solamente l'importanza di questi assortimenti nel periodo post-Vaia/emergenza bostrico, ma si sottolinea il ruolo centrale che tali assortimenti avranno nella fase di ricostruzione del patrimonio selvicolturale trentino, in particolar modo quando le utilizzazioni consisteranno, per la maggior parte, in sfolli, diradamenti e miglioramenti colturali.

1. SITUAZIONE FITOSANITARIA DELLE FORESTE TARENTINE

1.1 Gli eventi metereologici estremi a livello globale

Gli eventi metereologici estremi, e i disturbi ambientali in generale, sono parte integrante dell'evoluzione naturale dei boschi. Il loro impatto fa sì terminare un ciclo, ma, creando le condizioni idonee per l'insediamento di nuove specie pioniere, ne garantisce un nuovo inizio.

Negli ultimi anni però, questi eventi stanno aumentando di frequenza e magnitudo (Seidl *et al.*, 2017). Per citare solo alcuni degli eventi più significativi a livello globale, basti pensare alla Tempesta Gudrun, verificatosi nel 2005 in Nord Europa che ha abbattuto 272.000 ha di foreste, allo Tsunami Tohoku che, in Giappone nel 2011, ha distrutto 3600 ha di boschi, e all'incendio avvenuto nel 2017 in Cile che ha bruciato 375.000 ha di foresta.

I disturbi più impattanti per le foreste europee sono le tempeste che rappresentano, infatti, più del 50% dei danni da disturbo naturale (Schelhaas, 2008). Le tempeste hanno interessato principalmente l'Europa centro – settentrionale, abbattendo complessivamente, dagli anni '60 ad oggi, a quasi 700 M m³ (Torreggiani, 2019) (Tabella 1).

Tabella 1: Principali tempeste dagli anni '60 ad oggi (Torreggiani L, 2019 - adattato)

NOME TEMPESTA	ZONA D'EUROPA	ANNO	DANNO (M m ³)
Adolph e Bempohl	centro	1967	46,5
Orkanernas host	nord	1969	42,2
Quimburga	nord	1972	25
The Great Storm	centro-nord	1987	11,4
Vivien, Wiebke	centro	1990	120
Lothar e Martin	centro	1999	240
Elisabeth	centro-or.	2004	5,3
Gudrun	nord	2005	77,5
Kyrill	nord	2007	65
Klaus	sud-oc.	2009	44,6
TOTALE			677,5

In Italia non si sono mai registrati particolari eventi estremi. I danni più gravi sono stati registrati nel 1966 quando, in Trentino, un vento fino a 200 km/h ha abbattuto

700.000 m³ di foreste. Eventi di minor intensità si sono osservati, nel 1990, in Piemonte e Valle d’Aosta, dove, la coda della Tempesta Vivian, ha colpito quasi 100.000 m³ di boschi. Nel 2015, in Toscana, si sono verificati schianti da vento per un volume complessivo superiore ai 330.000 m³ (Torreggiani, 2019).

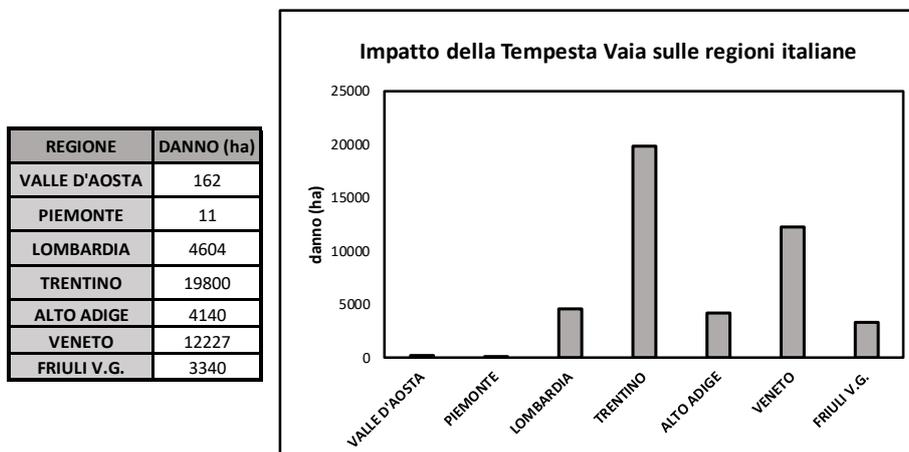
1.2 La Tempesta Vaia: gli eventi metereologici estremi accaduti dal 27 al 30 ottobre 2018

Durante le giornate del 27, 28, 29 e 30 ottobre 2018, l’intero territorio del Nord-Est italiano è stato interessato da eccezionali eventi metereologici. Tale fenomeno è stato denominato Tempesta Vaia.

Fin dalla giornata del 26 ottobre, si sono registrate un’intensificazione delle correnti meridionali umide e miti che, con il giorno successivo, hanno determinato l’inizio delle precipitazioni. Nei giorni dell’evento si sono cumulati più di 600 mm di pioggia, corrispondenti a circa la metà della piovosità media annuale in quelle zone. Alle forti precipitazioni si sono poi sostituite forti raffiche di vento, superiori ai 120 km/h, localmente anche maggiori di 190 km/h. Questo ha causato l’abbattimento di soprasuoli forestali per migliaia di ettari. A livello nazionale si sono registrati 42.000 ha di foresta colpita, per un volume stimato di circa 8.500.000 m³ (Provincia Autonoma di Trento – A.Pro.Fo.D – Servizio Foreste, 2022).

I territori più colpiti risultano essere la Provincia Autonoma di Trento, con oltre 19.000 ha di foreste colpite, il Veneto, con più di 12.000 ha, e la Lombardia con poco più di 4.600 ha (Chirici *et al*, 2019 e P.A.T. – S.F., 2020) (Tabella 2).

Tabella 2: Impatto della tempesta Vaia nelle regioni italiane



1.3 La Tempesta Vaia: gli effetti in Provincia di Trento

Il forte vento ha colpito duramente il territorio trentino, causando ingenti danni al patrimonio forestale provinciale. Il Corpo Forestale del Trentino si è subito impegnato nella quantificazione delle superficie coinvolte, dapprima con osservazione diretta e poi mediante fotointerpretazione basata su immagini satellitari (P.A.T. – A.Pro.Fo.D. – S.F., 2022). Secondo quanto riportato nel Terzo Report dello “Stato di attuazione del Piano d’azione per la gestione degli interventi di esbosco e ricostruzione dei boschi danneggiati dagli eventi eccezionali nei giorni dal 27 al 30 ottobre 2018” la superficie colpita, come già accennato, è stata pari a 19.800 ha con 4.098.722 m³ di legname a terra. Nel complessivo, le superfici impattate in maniera totale o consistente (più del 50% di danno) sono state pari a quasi 12.800 ettari (P.A.T. – S.F., 2020). (Tabella 3)

Tabella 3: Valutazione degli schianti divisi per classi di danno

DANNO (%)	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)	VOL. TARIFFARIO (m ³)	VOL. TARIFFARIO (%)
<30%	4.156	21	240.200	6
30-50%	2.842	15	320.200	8
50-90%	4.917	24	986.222	24
>90%	7.885	40	2.552.100	62
TOTALE	19.800	100	4.098.722	100

Con “volume tariffario” si indica il volume legnoso che viene definito sulla base delle Tariffe di Cubatura del Trentino. Le Tariffe di Cubature trentine sono uno strumento fondamentale per la corretta determinazione dell'incremento dei boschi e la calibrazione dei prelievi. L'Amministrazione provinciale ha adottato tali strumenti per poter applicare i principi della selvicoltura naturalistica alla gestione delle foreste trentine (Scrinzi *et al.*, 2010).

Il sistema si basa sulle tavole dendrometriche austriache di Grundner – Scwappach e, tramite una modellizzazione dei dati, offre, per le sette specie di maggior interesse nell’ambito locale (*P. abies*, *A. alba*, *L. decidua*, *P. sylvestris*, *F. sylvatica*, *P. cembra* e *P.*

nigra) un sistema di cubatura a doppia entrata e di curve ipsometriche (Scrinzi G. et al., 2010).

L'evento ha interessato maggiormente i distretti orientali della Provincia, ma danni considerevoli si registrano anche in quelli occidentali. Si è reso necessario avere una visione più diretta sull'impatto che la tempesta ha avuto sul patrimonio forestale. Si è deciso di paragonare il volume tariffario schiantato con il numero di riprese annue che sarebbero state necessarie per utilizzare quel volume di legname.

Con ripresa si indica la somma degli interventi di utilizzazione previsti nell'arco del periodo di validità del piano di gestione forestale a carattere aziendale (P.G.F.A.), nell'ambito della fustaia, del ceduo o del governo misto (P.A.T. – Servizio Foreste, 2008).

La media a livello provinciale supera le 9 riprese. Tra i territori più colpiti, vi sono i distretti di Pergine-Valsugana, Borgo-Valsugana, Cavalese, Primiero e le foreste di proprietà del Demanio Provinciale (P.A.T. – Servizio Foreste, 2020) (Tabella 4, Figura 1).

Tabella 4: Distribuzione del danno per U.D.F.

DISTRETTO FORESTALE	VOL. LORDO TARIFFARIO (m³)	NUMERO RIPRESE ANNUE
Borgo	652.531	16,5
Cavalese	1.323.779	14,1
Cles	34.874	0,7
Malé	58.912	1,1
Pergine	767.013	20,7
Primiero	490.344	10,5
Rovereto	304.224	11
Tione	197.215	3,1
Trento	73.898	2,7
Demanio PAT	195.932	17,2
TOTALE	4.098.722	9,2 (media)

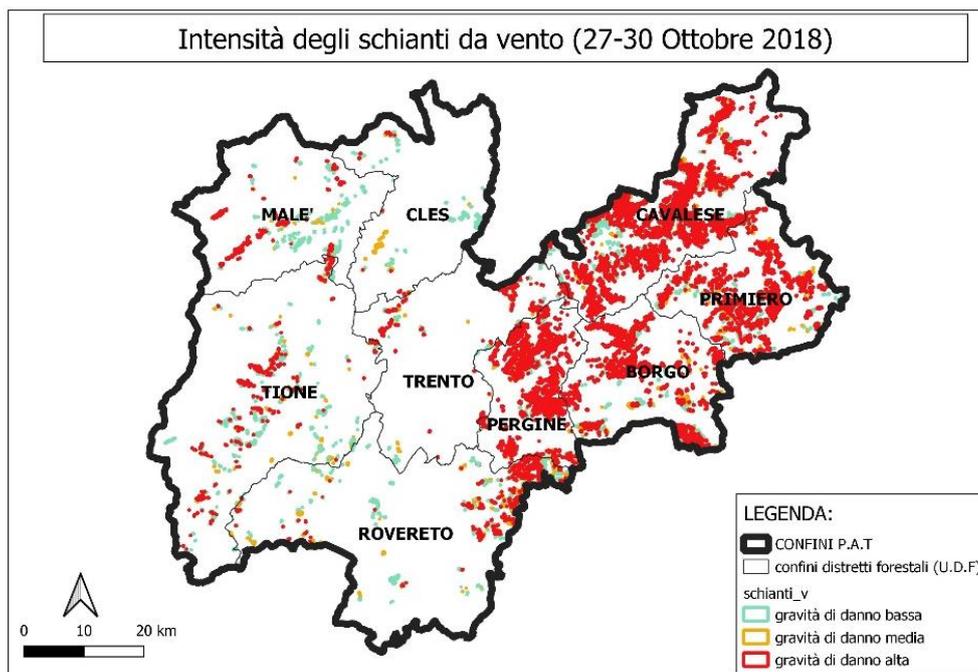


Figura 1: Distribuzione e intensità degli schianti da vento

1.4 La diffusione del bostrico in Europa

Le peccete europee convivono, da sempre, con il bostrico tipografo (*Ips typographus*) e con gli ingenti danni che esso causa al patrimonio boschivo. Il coleottero prolifera seguito di perturbazioni estese come schianti da vento, da neve o dopo periodi prolungati di siccità. Dai dati storici è emerso come le pullulazioni da bostrico abbiano una durata media di 5-6 anni, con il picco dell'infestazione che viene raggiunto attorno al secondo/terzo anno (P.A.T. – S.F., 2023). Come si osserva dalla Tabella 5, i danni causati dallo xilofago che si generano a seguito di schianti da vento, possono persino superare i danni causati dall'evento meteorologico scatenante.

La durata effettiva dell'infestazione dipende però dalla velocità di asportazione del materiale e dagli andamenti climatici della stagione primaverile-estiva

Tabella 5: Rapporto tra i danni da schianto da vento e da scolitidi

PAESE	ANNO	SCHIANTI DA VENTO (M m ³)	DANNO DA SCOLITIDI (M m ³)	RAPPORTO DANNO SCOLITIDI VENTO (%)
Germania	1972	9,2	0,7	8%
Svizzera	1990	5	2,2	44%
	1999	8	8	100%
Francia	1999	87	2	2%
Svezia	2005	75	1,5	2%
	2007	12	0,5	4%
Austria	2002	4	8	200%
	2007	19	10	53%

1.5 L'emergenza bostrico in Europa e all'interno dell'Euregio

Nei prossimi anni, in Europa, i disturbi causati dal bostrico e da altri coleotteri xilofagi tenderanno ad aumentare a causa dell'aumento delle temperature e al maggior numero di eventi siccitosi. Si stima che, dal 1987 al 2000, il bostrico rappresenti l'8% delle cause di mortalità delle peccete europee (Figura 2).

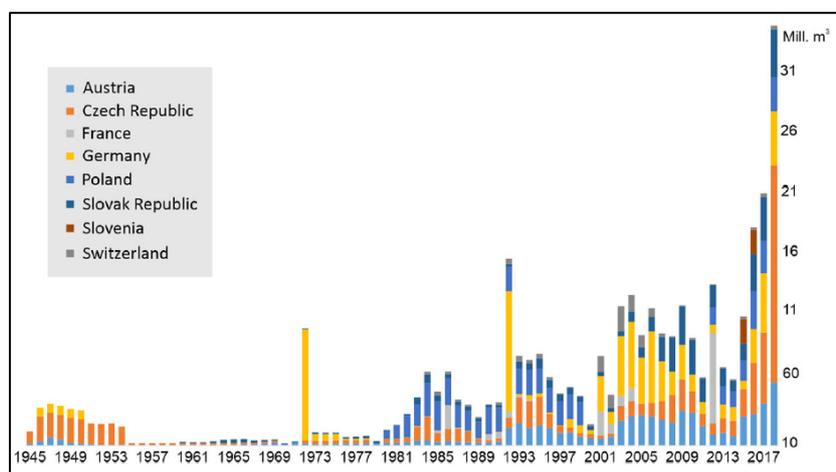


Figura 2: Serie storica dei danni da bostrico in Europa (1945-2017) (Hlásny et al. (2021))

Solamente in Europa, si stima che il volume di Abete rosso sia di 27,4 miliardi m³, di questi, 7 miliardi sono situati in un habitat compatibile con quello dello scolitide e quindi, potenzialmente esposti. È da sottolineare come molti di questi popolamenti si trovino fuori areale e, quindi, siano molto più sensibili agli attacchi parassitari (Fettig et

al. (2022)). Con l'aumento delle temperature, la percentuale di boschi a rischio, tenderà ad aumentare (Figura 3, Hlásny *et al.* (2021))

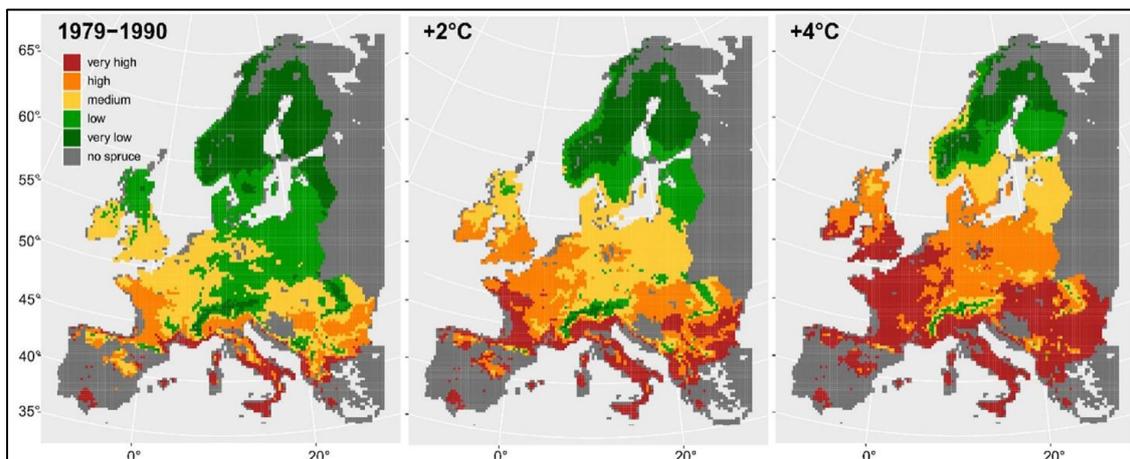


Figura 3: Variazione dell'areale di diffusione del bostrico all'aumento della temperatura media (Hlásny *et al.* (2021))

Negli ultimi anni, un'importante epidemia di *I. typographus* ha interessato l'Europa centrale. Le cause sono da ricondurre alle tempeste da vento e ad un clima estremamente caldo e secco.

Nella sola Germania, tra il 2018 e il 2020, si sono verificati danni per più di 285.000 ettari e 178 milioni di m³. La metà dei danni è da attribuire a focolai di bostrico.

Anche l'Austria, specialmente il Lander dell'Osttirol, è interessata da una forte epidemia da bostrico, che si sta intensificando negli ultimi due anni.

Confrontando la situazione trentina con quella sudtirolese e quella austriaca, si può notare come il bostrico si stia espandendo in tutta l'area (Figura 4).

Su tutto il territorio dell'Euregio (P.A.T. – A.P.B – Ostirol) è attivo un sistema di monitoraggio mediante trappole attivate con feromoni. Attualmente sono attive 390 trappole. Guardando i dati degli ultimi due anni, si osserva come, nel 2022, il 91% delle trappole abbia superato la soglia epidemica, mentre, nel 2023, la percentuale si è abbassata al 84% (Servizio Foreste – Servizio fitosanitario P.A.T., 2023).

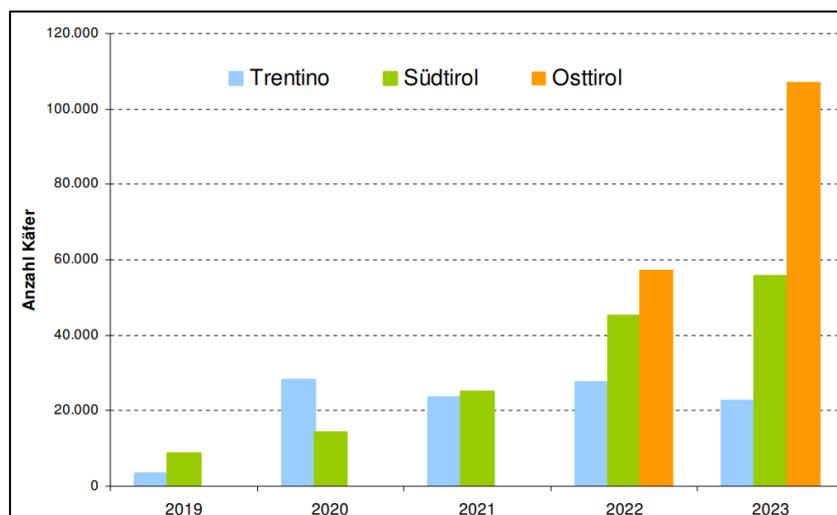


Figura 4: Andamento delle catture di bostrico in Euregio (2017-2023) (Servizio Foreste, 2024)

1.6 L'emergenza bostrico in Trentino

Il recupero del materiale legnoso è perduto fino alla fine del 2021 e si stima che più di 800.000 m³, circa il 20% del totale, non potranno mai essere recuperati a causa della loro posizione e delle asperità del terreno. Il rilascio in bosco di materiale legnoso deperente ha fatto da preludio all'infestazione da bostrico tipografo e di altri scolitidi. Per fare fronte a questa nuova fase emergenziale, la Provincia ha disposto il *"Piano per l'organizzazione degli interventi di utilizzazione per la lotta fitosanitaria e di ricostruzione dei boschi danneggiati"*. Tale piano va ad integrarsi con quanto già disposto per fronteggiare i danni della tempesta Vaia. Il piano definisce gli orientamenti per la gestione della pullulazione di bostrico e l'individuazione delle misure di semplificazione per la gestione forestale (P.A.T. – Servizio Foreste, 2023). Il piano è sottoposto a periodiche revisioni che devono tener conto dell'evoluzione dell'epidemia, delle variazioni di superfici, dei volumi legnosi interessati, del loro impatto sui servizi ecosistemici e sulla filiera del legno.

Si è quindi reso necessaria la creazione di un'intensa attività di monitoraggio dello xilofago diffusa su tutto il territorio provinciale. I primi interventi sono partiti con la primavera del 2019 al fine di stimarne la presenza e la densità. L'intervento prevede l'impiego di trappole Theysohn atte a catturare gli insetti durante le fasi di spostamento da un albero all'altro. Tali strumenti vengono innescati con feromoni di aggregazione sintetici. Queste trappole permettono di acquisire preziose informazioni

per conoscere la diffusione dell'insetto, il suo voltinismo (numero di generazioni) e le fasi fenologiche cruciali, come l'inizio dello sfarfallamento e il susseguirsi dei picchi di volo.

L'utilizzo delle trappole è di fondamentale importanza per la raccolta dati e lo studio delle popolazioni dello xilofago. Questo permette di conoscere le variazioni di densità del coleottero in modo tale da poter seguire l'evoluzione delle infestazioni e, con un certo preavviso, poter intervenire con le misure di controllo (P.A.T. – Servizio Foreste, 2023).

Il posizionamento delle trappole è stato effettuato previa realizzazione di un'analisi per la valutazione del rischio d'insorgenza di nuovi focolai nelle aree colpite. Con tali studi si è andati a mettere in relazione le quantità di materiale colonizzabile dagli scolitidi e la densità di popolazione degli stessi. La pianificazione delle attività e degli interventi è fondata su criteri di priorità, derivanti sia dall'entità e dal valore del materiale a terra, sia dalle funzioni prevalenti dei boschi circostanti rimasti in piedi. Attualmente, sul territorio provinciale, sono installate 228 trappole (P.A.T. – Servizio Foreste, 2023).

1.6.1 I risultati del monitoraggio

Già con i dati prodotti nell'estate del 2019, si è reso evidente il forte aumento delle popolazioni di bostrico. L'elevata disponibilità di materiale a terra ha permesso al coleottero di incrementare il proprio potenziale riproduttivo, innalzando la curva demografica della popolazione. Durante la stagione estiva, solamente il 10% delle trappole posizionate ha però superato la soglia critica degli 8000 individui/trappola (P.A.T. – S.F., 2023).

Con soglia critica si indica il livello oltre al quale si passa da una situazione endemica ad una pandemica. Si basa sulla relazione tra numero di catture e danno atteso. Imponendo un livello massimo di danno accettabile, è possibile conoscere il numero di catture oltre le quali si ha un danno economico non più trascurabile e quindi, si rende necessario intervenire. Se le catture estive (da maggio ad agosto) sono pari alla soglia di 8000, la perdita attesa è inferiore a 100 m³. Tale quantità di volume risulta accettabile, in quanto, le risorse eventualmente impiegate per ridurre l'impatto dello scolitide, sarebbero superiori al danno generato. Sotto le 8000 catture non si osserva correlazione tra intensità del danno e numero di coleotteri. Sopra la soglia, i danni

seguono un andamento esponenziale con consecutive gravi implicazioni per il controllo (Faccoli e Stergulc, 2004).

I primi mesi del 2020 sono stati caratterizzati da un clima caldo e asciutto, che ha permesso allo scolitide di trovare le condizioni idonee per il suo sviluppo. Il volo degli adulti svernanti è cominciato già nei primi giorni di aprile, quando le trappole non erano ancora state posizionate. I dati hanno quindi sottostimato la reale densità della popolazione. Ciò nonostante, più dell'80% delle trappole posizionate ha superato il valore critico. Inoltre, l'anticipo dei voli, ha permesso agli adulti di accumulare sostanze di riserva e di entrare nella fase di svernamento con maggiori probabilità di sopravvivenza (P.A.T. – S.F., 2023).

Nel 2021, le catture non sono cresciute ma, anzi, sono calate rispetto ai dati del 2020 (17% in meno). Le trappole che hanno superato la soglia critica sono il 77%. Questa lieve decrescita è dovuta ad un ritardo dell'inizio del volo degli svernanti causato dalle basse temperature di aprile e maggio e dalle abbondanti e frequenti precipitazioni di maggio e luglio (Meteotrentino, 2022 — Analisi meteorologica 2021 in P.A.T. – S.F., 2023).

Il 2022 ha visto crescere nuovamente le catture, specie nei settori orientali della Provincia. Si è osservata la diffusione del coleottero in aree scarsamente colpite dalla tempesta, anche a quote medio - elevate. Le catture sono incrementate, mediamente, del 17% e la percentuale delle trappole che ha superato la soglia critica è arrivata all'86% (fino al 100% nel Distretto di Pergine Valsugana). Dal punto di vista climatico, la stagione particolarmente calda ha portato al mantenimento delle temperature al di sopra della media per quasi tutto il periodo estivo permettendo lo sviluppo completo della prima generazione figlia, della generazione sorella e, a quote medio-basse, si è osservata la comparsa anche della seconda generazione figlia (P.A.T. – S.F., 2023).

Nel 2023 le catture si sono attestate su livelli ancora elevati, ma in calo rispetto al 2022 (riduzione del 9%). La primavera fresca e piovosa, tuttavia, ha accorciato la stagione utile per lo sviluppo del bostrico. Il 76% delle trappole ha superato la soglia epidemica (riduzione del 10% rispetto al 2022). Gli adulti svernanti hanno iniziato i voli con la fine di aprile ma, l'abbassamento delle temperature e le precipitazioni, hanno rallentato lo sviluppo dello scolitide. Anche i mesi estivi, caratterizzati da una buona piovosità, hanno inficiato sulla crescita degli individui (Salvadori, 2023) (Tabelle 6 e 7).

anno	catture medie/trappole	catture max/trappole	numero trappole	% trappole > soglia critica
2019	3383	52679	221	10
2020	26753	195923	228	79
2021	22315	138181	229	77
2022	26248	176413	226	86
2023	21436	98849	221	76

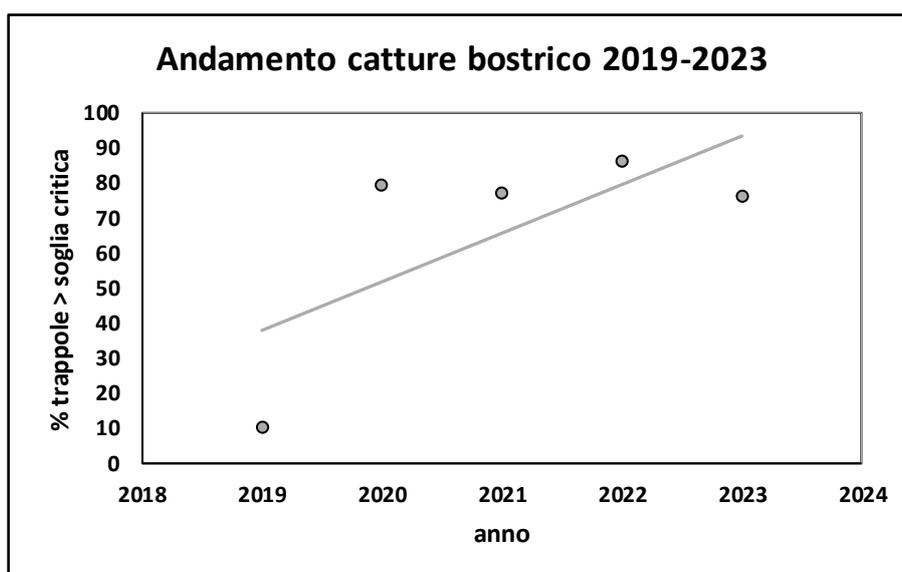


Tabella 6: Andamento catture bostrico in P.A.T. 2019-2023

2. Principali modalità di vendita del legname in Trentino: variazioni a seguito della Tempesta Vaia e dell'emergenza bostrico

2.1 La pianificazione forestale in Provincia di Trento

La superficie della Provincia di Trento si estende per 620.668 ha, di cui 400.326 ha (ovvero il 64,4%) sono classificati a bosco. Rispetto al totale della superficie forestale, il 76% della superficie è di proprietà pubblica, mentre il 24% è di proprietà privata.

Per la corretta gestione dei beni silvo-pastorali i proprietari possono avvalersi di Piani di Gestione Forestale a carattere aziendale (P.G.F.A.) e di Piani Semplificati di Coltivazione (P.S.C.). Le proprietà pubbliche (generalmente Comuni e Demanio provinciale) devono essere gestite in base a P.F.G.A. Possono essere gestiti anche in base a P.S.C. solamente quando si prevede il soddisfacimento delle richieste di uso civico e non sono previsti interventi significativi connessi alla gestione della proprietà. I beni di proprietà privata possono essere gestiti, anche in forma associata, sia con P.S.C. sia con P.G.F.A. Per questi ultimi, l'estensione minima deve essere di 100 ettari, o di 50 ettari nel caso di appezzamenti in un unico corpo. Le Amministrazioni Separate di beni di Uso Civico (A.S.U.C.), la Magnifica Comunità di Fiemme e le Regole di Spinale e Manez vengono equiparate alle proprietà pubbliche (Legge Provinciale P.A.T n.11/2007).

Secondo quanto riportato nelle Disposizioni forestali (Decreto del Presidente della Provincia n. 8-66/Leg, 2011) nelle aree assoggettate a piani aziendali devono essere adottate le disposizioni per lo svolgimento delle attività selvicolturali, per l'esercizio del pascolo e per rinverdimenti delle opere di regimazione. Tale Decreto prevede, inoltre, la presentazione da parte del proprietario del bosco delle richieste di autorizzazione, delle Segnalazioni Certificate di Inizio Attività (S.C.I.A.) e delle comunicazioni previste. Tale decreto definisce le soglie volumetriche/quantitative per le quali sono necessarie, o meno, le autorizzazioni o la S.C.I.A.

- Per gli interventi sottosoglia, definiti come inferiori ai 30 m³ nelle fustaie e 3000 m² per i cedui, non serve autorizzazione o S.C.I.A. purché si rispettino le disposizioni forestali. Resta comunque l'obbligo, in aree soggette a pianificazione, di registrare e scaricare il prelievo dalla ripresa;
- Per gli interventi in aree non soggetti a pianificazione è richiesta l'autorizzazione di taglio;
- Per i tagli in aree soggette a pianificazione forestale è richiesta la S.C.I.A. per interventi che rientrano nelle previsioni dei P.G.F.A. (l'autorizzazione è compresa all'interno del progetto di taglio) (D.P.P. n. 8-66/Leg, 2011).

La richiesta di taglio è preceduta dalla contrassegnatura delle piante ed è corredata dal progetto di taglio e dal piedilista della contrassegnatura. L'autorizzazione è valida fino al 31 dicembre del quinto anno successivo a quello del rilascio.

Nei casi in cui la contrassegnatura non sia più visibile, il progetto non sia conforme agli obiettivi definiti dalla pianificazione o se il bosco abbia subito modifiche significative a causa di eventi naturali o antropici, il Servizio Foreste provinciale, per tutelare la corretta gestione del patrimonio silvo-pastorale, può andare a modificare, fino ad annullare completamente, il progetto (D.P.P. n. 8-66/Leg, 2011). Questa forma di tutela è stata adottata per fronteggiare l'emergenza bostrico, per la quale è stata disposta la sospensione biennale delle nuove autorizzazioni di taglio in boschi, a prevalenza di abete rosso, nelle aree con rischio medio o elevato di progressione dell'infestazione e la sospensione biennale delle autorizzazioni attive nelle sole aree con rischio elevato (Det. 10101/2023).

La classificazione del rischio nei territori comunali viene definita in relazione all'entità, alla distribuzione e alla variazione annuale dei danni da scolitide.

- Rischio basso/assente: Comuni nei quali non si sono manifestati focolai di bostrico, o si siano manifestati in quantità irrilevanti (inferiori ai 200 m³);
- Rischio medio: Comuni dove si siano manifestati focolai di bostrico nell'anno precedente per un volume complessivo inferiore ai 1000 m³;
- Rischio elevato/grave: Comuni dove i danni hanno superato i 1000 m³, nell'anno precedente o nel secondo anno precedente.

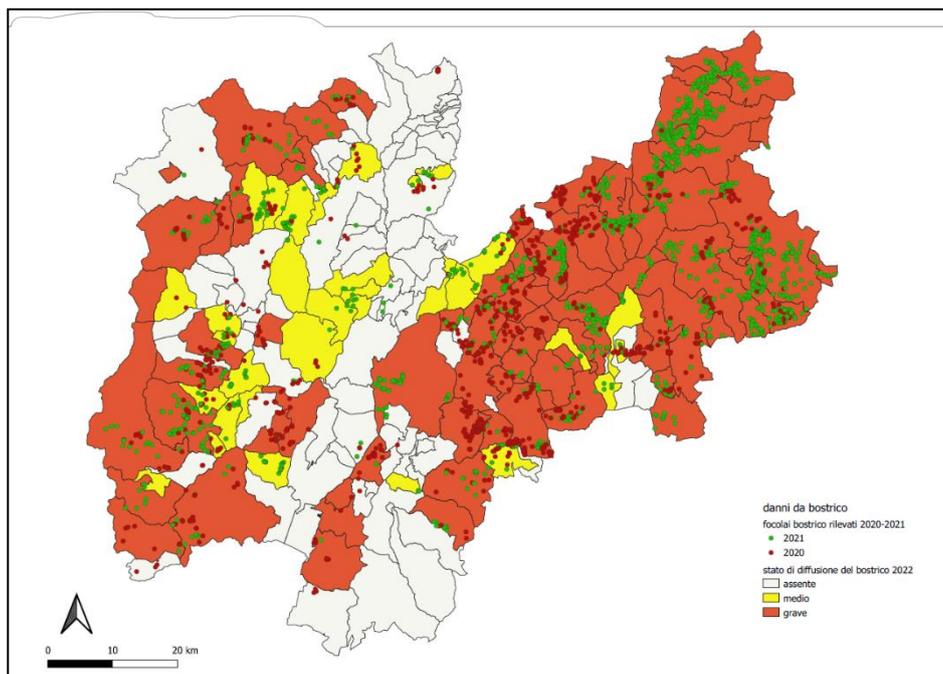


Figura 5: Grado di diffusione del bostrico nei comuni trentini

2.2 Le modalità di vendita del legname in Provincia di Trento

A livello provinciale, lo strumento che definisce i processi di compravendita di legna e legname e le buone pratiche per le utilizzazioni forestali è il *Capitolato d'oneri generale per l'affido delle operazioni di utilizzazione e la vendita in piedi dei prodotti legnosi*. Questo documento, approvato dalla Giunta Provinciale, può essere adottato, e/o modificato, dai Comuni. Per l'assegnazione dei singoli "lotti", i Comuni utilizzano il Capitolato d'oneri particolare per l'affido delle operazioni di utilizzazione del legname, nel quale vengono descritte le modalità di esecuzione dei lavori, le prescrizioni per l'assortimentazione e l'accatastamento, le metodologie di misurazione del legname e i tarizzi applicati per il calcolo del corretto volume cormometrico.

Il Capitolato d'oneri generale distingue quattro diverse modalità di vendita del legname:

- vendita in piedi;
- vendita a strada con materiale assortimentato e misurato;
- vendita sulla base di quantità presunte e di cui è previsto l'allestimento;
- vendita con contratto di fornitura anche a carattere continuativo e/o pluriennale di durata massima di tre anni.

2.2.1 La vendita in piedi

La vendita in piedi è storicamente la modalità di vendita maggiormente utilizzata in Provincia. Con questa procedura, il proprietario procede prima alla misurazione del volume delle piante, quando sono ancora in bosco e, successivamente, alla vendita del lotto. Viene stabilito un prezzo base del materiale e si procede con la gara di assegnazione a rialzo. L'acquirente procederà autonomamente al taglio delle piante. È possibile andare ad utilizzare il materiale sia con manodopera propria sia affidandolo a imprese terze specializzate. La misurazione effettuata verrà poi riportata nel progetto di taglio e nel Capitolato particolare.

Per poter partecipare alla gara di assegnazione dei lotti uso commercio di proprietà degli enti pubblici, le imprese di utilizzazione boschiva devono essere iscritte all'Elenco delle Imprese Forestali della Provincia di Trento, oppure avere un titolo equiparato se con sede in altre Regioni. All'interno dell'impresa, deve essere presente un responsabile dell'utilizzazione, figura dotata del patentino di idoneità tecnica per la conduzione e l'esecuzione di utilizzazioni forestali (Legge Provinciale P.A.T n.11/2007). Per essere ammessi alla gara è necessario che l'impresa depositi una cauzione provvisoria pari al 5% - 10% sul presunto valore del lotto, che verrà poi restituita in caso di non aggiudicazione del lotto. La cauzione non sarà restituita solamente all'impresa aggiudicatrice.

Dopo la firma del contratto, avviene la consegna all'aggiudicatario. Tale fase avviene in presenza del responsabile dell'utilizzazione, del Custode Forestale e di un rappresentante dell'ente proprietario (spesso, rappresentato dallo stesso Custode). In questa fase, il custode indica gli alberi assegnati, eventuali situazioni di pericolo naturale, la viabilità forestale presente, le tecniche per la protezione del suolo e per la gestione dei residui di utilizzazione e quanto altro necessario al fine di un corretto svolgimento del cantiere. Da Capitolato d'oneri, il compratore è tenuto ad eseguire tutti i lavori a proprio carico, senza poter richiedere indennizzi, anche per imprevisti e cause di forza maggiore, e a rispettare le norme vigenti in materia di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro, ivi compreso il D.Lgs. 81/08 (Servizio Foreste, Capitolato d'oneri generale).

Con la consegna, all'aggiudicatario, viene trasferita la responsabilità conservativa della zona di utilizzazione e delle masse legnose assegnate; inoltre, viene conferita la responsabilità per eventuali danni causati a cose o a persone in conseguenza delle operazioni di utilizzazione.

L'impresa è tenuta ad utilizzare tutte le piante consegnate come legname da opera e/o come legna, fino al diametro in punta indicato dal Capitolato particolare d'oneri. Dovranno essere utilizzati "a regola d'arte" tutti i materiali consegnati in modo tale da poter commerciare tutte le parti utilizzabili.

Durante le utilizzazioni, il personale della vigilanza forestale compie dei sopralluoghi per segnalare eventuali danni al bosco o alle infrastrutture, che annota e riporta al verbale di collaudo finale.

Una volta terminato il taglio e l'esbosco, il proprietario presenta la domanda di collaudo finale e di riconsegna del bosco all'Ente venditore. Il collaudo viene eseguito dal personale forestale, alla presenza del Custode forestale e del rappresentante dell'utilizzazione. In questa fase si va a valutare l'operato dell'impresa, registrando tutte le eventuali inosservanze alle prescrizioni contenute nel progetto di taglio nonché il legname e la legna non tagliati o abbandonata in bosco. Qualora si riscontrasse questa problematica, l'impresa è tenuta a risarcire il proprietario del lotto con una somma pari al valore della massa legnosa considerata come sana e senza difetti (Servizio Foreste, Capitolato d'oneri generale).

2.2.2 La vendita a strada con materiale assortimentato e misurato

Un'altra importante metodologia di vendita del legname è quella a strada con materiale assortimentato e misurato. Il proprietario si occupa dell'utilizzazione e dell'esbosco del materiale concentrandolo ed accatastandolo in appositi piazzali di esbosco o a bordo di una strada forestale. Il legname viene poi venduto alle imprese di prima lavorazione sempre tramite una gara d'asta. Il proprietario, per le operazioni di taglio ed esbosco, può servirsi dei propri operai (lavoro in amministrazione diretta) oppure può decidere di appaltare solamente le operazioni taglio e/o esbosco ad imprese terze.

2.2.3 La vendita sulla base di quantità presunte e di cui è previsto l'allestimento

L'ultima modalità di vendita, tra quelle maggiormente utilizzate, è quella che si basa sulla quantità presunta di legname e della quale è previsto l'allestimento. In questo caso il proprietario vende il legname ancor prima delle operazioni di taglio e accatastamento. La vendita si basa quindi su una misurazione stimata con la relativa suddivisione in assortimenti. Successivamente alla aggiudicazione il venditore si impegna alla fornitura del quantitativo concordato "a piazzale o su strada camionabile". Il vantaggio di questa tipologia di vendita risiede nel fatto che, il proprietario boschivo, riceve il pagamento prima che venga compiuta l'utilizzazione. Questo permette al venditore di eseguire le operazioni di utilizzazione senza il rischio che il materiale legnoso rimanga invenduto.

2.2.4 La vendita con contratto di fornitura a carattere continuativo e/o pluriennale di durata massima di tre anni

È una tecnica che in Trentino viene applicata molto di rado. Consiste nell'affidare ad una singola azienda dei volumi definiti di materiale legnoso ad intervalli temporali regolari.

Tale sistema è stato applicato in Veneto, nella Foresta del Cansiglio, per un particolare progetto denominato "Assi del Cansiglio". Tale contratto, rinnovato annualmente, prevede l'utilizzo di legname, proveniente da boschi ad alto fusto di faggio, per la realizzazione di assi per pavimenti. L'obiettivo del progetto è quello di organizzare una compravendita che abbia validità pluriennale, stabilizzando la relazione commerciale tra proprietario e acquirente e riducendo i costi di intermediazione. Parallelamente è stato creato un secondo contratto per l'utilizzazione delle piante destinate a legna da ardere.

2.2.5 Andamento storico delle diverse modalità di vendita del legname in Trentino

La Provincia di Trento si appoggia alla Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento (C.C.I.A.A.) per lo sviluppo del mercato del legname. Il progetto

punta a coinvolgere tutti gli *stakeholders* del settore, dai proprietari pubblici e privati fino alle imprese di utilizzazione e di prima lavorazione. Per il raggiungimento di questo obiettivo ci si è avvalsi di uno strumento chiamato “Portale del legno trentino” che permette di collegare l’offerta dei proprietari con la domanda delle imprese.

Non tutti i proprietari forestali si avvalgono del Portale per effettuare le vendite di legname. Ciononostante, il *database* che negli anni si è creato, permette di avere una visione completa e dettagliata sulla filiera forestale trentina.

Partendo dai dati disponibili sul Portale del legno Trentino, si è andati ad analizzare l’andamento delle modalità di vendita e quello del prezzo del legname. Si sono confrontati i dati relativi agli ultimi quattordici anni, in quanto è solamente in questo ultimo periodo che la C.C.I.A.A ha reso disponibili i dati differenziati per modalità di vendita.

I dati analizzati fanno riferimento al legname tondo venduto. Con tondo si indica l’assortimento grezzo idoneo alla segagione. In genere sono tronchi sufficientemente cilindrici, la cui struttura della fibra legnosa li rende idonei alla segagione. È l’assortimento di maggior valore che si può ricavare dal bosco (www.legnotrentino.it).

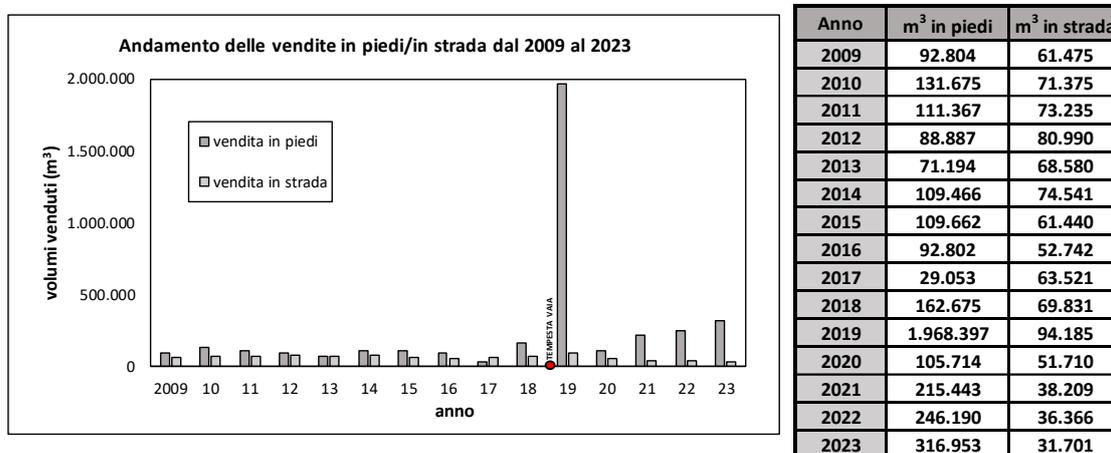


Tabella 7: Andamento delle vendite in piedi/in strada dal 2009 al 2013

Dalla Tabella 7, si può notare come, da tradizione e cultura trentina, le vendite in piedi siano maggiori di quelle su strada. Negli anni pre-Vaia le vendite in piedi si attestavano su valori poco inferiori ai 100.000 m³/anno mentre il legname venduto a strada era pari a circa 68.000 m³/anno. In generale, la differenza tra le metodologie è stata abbastanza contenuta e costante lungo tutto il periodo, fatta eccezione per il 2017,

anno in cui il legname venduto a strada superava quello venduto in piedi. Tale situazione non si è verificata nel 2018, quando la vendita in piedi è risultata superiore a quella su strada di quasi 100.000 m³. Con Vaia questo *trend* di vendita viene stravolto. Solo nel 2019 infatti vengono venduti poco meno di 2 milioni di metri cubi in piedi e solamente 90.000 m³ su strada. Negli anni successivi, le vendite in piedi sono aumentate, andando a superare, già nel secondo anno post-Vaia, i volumi massimi di vendita del periodo pre-Vaia. Questo aumento è da attribuire sia ai grandi volumi schiantati da Vaia sia allo scoppio dell'epidemia di bostrico. La presenza del coleottero ha reso necessari interventi mirati e veloci; questo ha comportato un aumento delle vendite in piedi e una riduzione delle vendite su strada. Nel quinquennio post-Vaia la differenza tra le vendite in piedi e in strada è aumentata esponenzialmente. Lungo il periodo 2020-2023 i volumi venduti in piedi sono saliti a più di 220.000 m³/anno mentre i volumi medi su strada sono scesi a poco meno di 40.000m³/anno (P.A.T. – S.F. e C.C.I.A.A., 2023-2017,2012) (Tabella 8).

medie vendite 2009-2018	
in piedi	99.959 m ³ /anno
in strada	67.773 m ³ /anno

vendite 2019	
in piedi	1.968.397 m ³
in strada	94.185 m ³

medie vendite 2020-2023	
in piedi	221.075 m ³ /anno
in strada	39.497 m ³ /anno

Tabella 8: Media delle vendite

Per quanto concerne l'andamento del prezzo al metro cubo, il mercato nel periodo pre-Vaia è sempre stato abbastanza stabile, con delle normali oscillazioni dovute ad ordinarie variazioni dell'incontro domanda-offerta. Prima del 2019, il prezzo del legname in piedi si attestava attorno ai 57 €/m³, con un picco di 75,32 €/m³ raggiunto nel 2013. Il legname su strada, contando sia la selezione che viene eseguita preventivamente sul legname sia la facilità con cui può essere trasportato, ha evidentemente un prezzo più elevato. La media storica presenta un valore di 87 €/m³ e con valori massimi di quasi 95 €/m³ raggiunti nel 2013 e nel 2018 (Tabella 9).

Anno	€/m ³ in piedi	€/m ³ in strada
2009	42,45	74,71
2010	57,65	85,73
2011	55,53	87,69
2012	50,65	81,93
2013	75,32	95,81
2014	59,31	91,86
2015	54,23	82,54
2016	55,85	80,87
2017	57,66	90,73
2018	61,37	98,64
2019	25,66	58,97
2020	24,50	58,35
2021	50,81	94,87
2022	56,73	101,59
2023	42,28	79,43

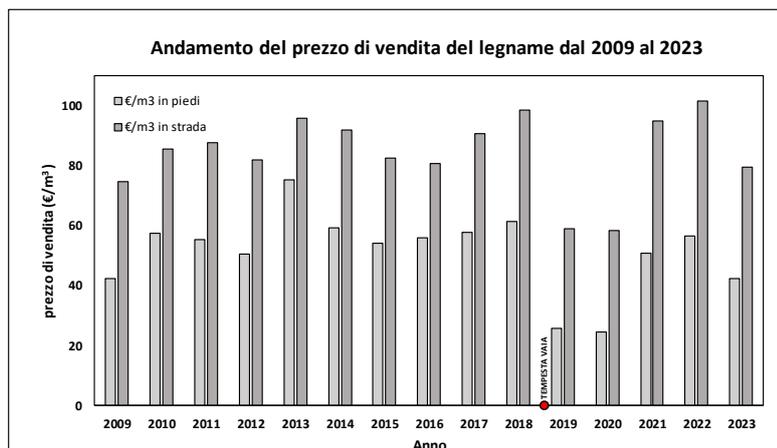


Tabella 9: Andamento del prezzo di vendita del legname dal 2009 al 2023

Nel 2019, il prezzo in piedi e quello su strada subiscono una forte riduzione a causa dell'ingente quantità di legname da esboscare e della volontà dei proprietari di vendere il più possibile per evitare che il legname deperisse in bosco. Il 2020 è un anno radicalmente diverso per il mercato del legno, e non solo. Alle limitazioni imposte dalle misure di contenimento della pandemia da COVID-19 e al blocco delle attività economiche si è aggiunto un eccesso di offerta di legname frutto di utilizzazioni forzose in Centro Europa. Ciò ha determinato il quasi totale azzeramento, per un lungo periodo, delle vendite condotte attraverso il portale, che ha comportato un nuovo calo dei prezzi (P.A.T – S.F., 2020).

Dal 2021 ad oggi si sta assistendo ad un nuovo rialzo dei prezzi che sta portando i valori attuali a eguagliare quelli storici. Infatti, il valore del tondo in piedi ha raggiunto i 50€/m³, valore di poco inferiore a quello pre-Vaia, mentre il legname su strada ha superato i valori medi del periodo 2009-2018 portandosi a 92€/m³ (Tabella 10).

prezzo medio 2009-2018		
in piedi	57	€/m ³
in strada	87	€/m ³

prezzo medio 2019-2020		
in piedi	25	€/m ³
in strada	59	€/m ³

prezzo medio 2021-2023		
in piedi	50	€/m ³
in strada	92	€/m ³

Tabella 10: Prezzi medi di vendita

Al 31 dicembre 2021, il volume di legname venduto, derivante dagli schianti di Vaia, è pari a 3.125.000 m³, pari al 76% del volume schiantato. Di questo, il 76% è stato venduto nella forma di vendita "in piedi", mentre il restante 24% è stato venduto nelle forme di vendita "su strada" o "a piazzale con volume presunto" (P.A.T. – A.Pro.Fo.D. –

S.F., 2022). In questo volume sono compresi i 739.000 m³ che sono stati utilizzati in amministrazione diretta (circa il 24% del totale). L'amministrazione diretta è una forma molto utilizzata nel Distretto di Cavalese, sia sul territorio comunale che su quello della Magnifica Comunità di Fiemme.

A seguito dell'innalzamento del diametro minimo di misurazione, cambia, di fatto, il materiale legnoso che viene venduto. Dal momento che, la maggior parte dei proprietari forestali ha deciso di cedere gratuitamente il legname con diametro inferiore ai 25 cm, il prezzo medio del legname, soprattutto per il triennio 2019 – 2021, il prezzo del legname rappresenta solamente il valore commerciale dell'assortimento normale.

È necessario evidenziare come parte del legname schiantato, circa un 10% del totale (per una superficie di 1800 ha), abbia interessato soprasuoli non oggetto di ordinaria gestione selvicolturale, quindi, per motivi dovuti alla posizione, all'orografia del terreno e all'assenza di infrastrutture, non potrà essere utilizzato. Inoltre, il 17% delle aree schiantate ha inclinazione comprese tra i 37-40°, questo complica le operazioni di utilizzazione fino al punto di renderle economicamente molto onerose (P.A.T. – A.Pro.Fo.D. – S.F., 2022). Nel 2022 si può stimare che circa il 20% del legname a terra non potrà essere esboscato, per un volume pari a 820.000 m³.

Questo fa sì che il volume di legname venduto sia pari al 95% del volume potenzialmente utilizzabile (P.A.T. – A.Pro.Fo.D. – S.F., 2022).

Per rendere economico un lotto con grandi difficoltà di esbosco, si sarebbe potuto integrare con piante sane in modo da compensare gli oneri di utilizzazione. In questi casi, a meno di pericoli legati all'espansione del bostrico, l'assegno di ulteriori piante avrebbe accentuato il danneggiamento del soprasuolo. Per questa ragione si è fatto scarso ricorso a questa pratica. In altri casi si è deciso di mantenere il legname a terra come strumento per garantire la funzione protettiva da caduta massi e valanghe. A questo sono seguiti interventi di messa in sicurezza del versante per sopperire al degrado progressivo del materiale legnoso (P.A.T. – A.Pro.Fo.D. – S.F., 2022).

3. LA DOMANDA DI MERCATO DEGLI ASSORTIMENTI LEGNOSI DI PICCOLO DIAMETRO: LE PROSPETTIVE DI IMPIEGO NELLA REALTÀ TRENTINA

Come riportato all'articolo 20 del Capitolato d'oneri generale, l'acquirente dovrà utilizzare tutte le piante assegnate, come legname da opera e/o come legna, fino al diametro in punta indicato dal Capitolato particolare d'oneri. L'impresa ha l'onere di pagare al proprietario del bosco tutto il materiale con diametro superiore a quello definito nel Capitolato. Prima di Vaia, questo limite era fissato, per consuetudine, a 12cm. Con l'aumento del numero dei cantieri e la necessità di intervenire celermente, i Comuni hanno deciso di andare incontro alle richieste delle ditte introducendo il concetto di diametro minimo di misurazione. Una soglia diametrica, talvolta anche di 25 cm, sotto la quale il materiale veniva ceduto all'acquirente senza però richiedere un pagamento.

Questo ha sicuramente giovato alle imprese boschive, le quali potevano destinare i piccoli diametri ad altre filiere, come ad esempio quella del cippato o quella energetica, senza doverli pagare. Dall'altro lato però, i Comuni hanno subito una perdita economica dovuta al mancato pagamento di questi volumi legnosi.

In una condizione di mercato che negli ultimi mesi si sta orientando a condizioni di normalità, è quindi necessario cercare un punto d'incontro tra proprietari ed imprese, in modo tale da informare i primi delle possibilità che l'assortimento di piccolo diametro offre e, fare in modo che le imprese di prima lavorazione siano in grado di trasformarli per poterne quindi ricavare dei profitti.

Più nello specifico, con diametro minimo di misurazione si indica una voce del capitolato d'oneri particolare nella quale viene definito il diametro, in punta o alla metà del tondo, minimo per cui verrà effettuata la misurazione in piazzale. Di fatto indica l'assortimento più piccolo che verrà venduto all'impresa boschiva. Sotto questa soglia, a meno di ulteriori note riportate sul contratto, il materiale è a completa disposizione dell'impresa boschiva.

È fondamentale evidenziare come l'importanza di questi assortimenti non interessi solamente il periodo storico del post-Vaia/emergenza bostrico, ma rivesti un ruolo cruciale anche durante la fase di ricostruzione del patrimonio selvicolturale trentino, quando le utilizzazioni consisteranno, per la maggior parte, in sfolli, diradamenti e miglioramenti colturali.

L'impiego degli assortimenti di piccolo diametro non interessa solo i prodotti forestali convenzionali, come quelli impiegati nel settore edile, dell'arredamento o in quello della carta, ma riguarda anche i settori chimici e della lavorazione della cellulosa. Di fondamentale rilievo sarà anche l'impiego dei sottoprodotti, utilizzabili non solo per fini energetici, ma anche nella realizzazione di prodotti ad elevato valore aggiunto (Verkerk, 2022). A tal proposito, uno dei mercati che, nei prossimi anni, interesserà maggiormente il settore forestale è quello delle bioraffinerie. Si tratta di industrie *biobased* che convertono le materie prime di origine forestale, in prodotti ad alto valore aggiunto (Cepi, 2020). Nell'ottica del perseguimento degli obiettivi promossi dal *New Green Deal* europeo, con lo sviluppo della bioeconomia, la selvicoltura e le catene del valore foresta-legno possono, infatti, rafforzare la loro (Tamantinini et al., 2021).

Per questa ragione, nelle pagine che seguono, dopo una breve analisi dei mercati dei prodotti legnosi consolidati, si prenderanno in considerazione i nuovi segmenti di mercato legati allo sviluppo della bioeconomia, segmenti che, come si evidenzierà, sono per lo più legati all'impiego di prodotti legnosi di piccolo diametro.

3.1 I mercati consolidati

In Italia, la sola produzione di legno contribuisce per il 0,14% al Prodotto Interno Lordo (P.I.L.), generando un profitto di 66,3 miliardi di euro e occupando 382.500 lavoratori (Pettenella, 2023).

Il mercato del legname si basa, ormai da anni, sugli assortimenti ordinari e su quelli di piccolo diametro e di minor pregio. Per il legname di alta qualità, le destinazioni d'uso dominanti sono nel settore del legno ingegnerizzato e nella produzione di segati, tranciati e sfogliati. Per quanto riguarda gli assortimenti di piccolo diametro, tra i principali settori d'impiego vi sono quello energetico e quello industriale. Nel seguito i

due settori di mercato (piccoli diametri e diametri ordinari) verranno esaminati separatamente con maggior dettaglio.

3.1.1 I prodotti retraibili dal legname di piccolo diametro

Gli assortimenti di piccolo diametro rivestono un ruolo significativo nei processi di transizione energetica proposti dall'Unione Europea per il raggiungimento della neutralità delle emissioni di CO₂ nel 2050.

Il legname ad uso energetico si pone come punto d'incontro tra l'impiego di una materia prima rinnovabile che può essere prodotta in forma sostenibile e una fonte energetica che risenta solamente in minima parte delle fluttuazioni del mercato e delle crisi dovute agli eventi politici internazionali.

Per il 2050, secondo le previsioni U.E, la domanda di energie rinnovabili crescerà del 25%, da un attuale 32,2% (2018) ad un 57%. Sul totale delle fonti energetiche rinnovabili, la richiesta di prodotti forestali aumenterà di quasi il 50%, (Buck *et al.*, 2019).

I principali prodotti legnosi destinati al settore energetico sono: pellet, cippato e legna da ardere.

Il prodotto che negli ultimi anni ha trainato il settore è il pellet. Il suo valore è pari al 69% del valore delle esportazioni di legno destinate ad usi energetici. Nel 2022, il mercato del pellet globale ha generato scambi commerciali pari a 5,87 miliardi di Euro. Negli ultimi decenni, si sta assistendo ad una crescita della domanda. Questo è dovuto anche ad un'instabilità degli approvvigionamenti delle altre fonti energetiche (Aguilar, 2023).

Il conflitto russo-ucraino ha reso necessario imporre embarghi sulle importazioni di gas, legname e di pellet russo, causando brusche interruzioni nell'approvvigionamento della filiera energetica. Questa crisi ha dimostrato la fragilità dei mercati globali geopolitici e delle catene di approvvigionamento della materia prima².

I dati del 2022 confermano la *leadership* globale dell'Unione Europea nella produzione di pellet (20,6 Mt/anno), seguito dal Nord America (14,3 Mt/anno), Asia (5,7 Mt/anno)

^{2,3} <https://energiadallelegno.it/pellet-rapporto-statistico-2023/#:~:text=Nel%20panorama%20globale%2C%20l'Ue,di%2046%20milioni%20di%20tonnellate> - Marzo 2024

e Sud-americano (1,8 Mt/anno). Asia e Sud – Americano registrano però importanti *trend* di crescita, rispettivamente +10% e +29% rispetto ai dati del 2021.

Il consumo globale di pellet è di 46 Mt/anno, l'Unione Europea è il più grande consumatore mondiale con oltre 24 Mt/anno. Nell'ultimo anno, l'Asia ha incrementato i consumi di pellet del 38%, quasi 3Mt/anno. Questo aumento è da attribuirsi alla crescita della domanda in Giappone e Corea del Sud³.

Tabella 11: Prezzi medi di vendita

PRODUZIONE ANNUALE di PELLETT - 2022		
1	Germania	3.569.000 ton
2	Lituania	2.138.000 ton
3	Russia	2.073.372 ton
4	Francia	2.050.000 ton
5	Svezia	1.809.000 ton
6	Austria	1.691.000 ton
16	Italia	450.000 ton

L'Italia, producendo ogni anno 450.000 tonnellate di pellet è al sedicesimo posto, a livello europeo, per la produzione di pellet⁴ (Tabella 11). Il consumo italiano è in continua crescita (si stimano incrementi al ritmo di 400.000 tonnellate/anno) ma solo una piccola parte è prodotta all'interno dei confini nazionali. Vista la superficie forestale del Paese, il potenziale di produzione potrebbe essere maggiore ma, la quasi inesistente gestione forestale, ne limita la possibilità (Pergola *et al.*, 2016).

La produzione nazionale di pellet deriva solo in minima parte dalla foresta, circa il 15% (A.I.E.L., 2024). A seguito dell'emergenza bostrico che ha interessato le regioni del nord Italia, questa percentuale è aumentata. Ad oggi però, la fonte di approvvigionamento principale sono gli scarti della prima lavorazione dei tronchi (Pettenella, 2024).

A livello mondiale, il pellet viene prodotto, nel 48% dei casi, partendo da scarti di lavorazione come trucioli o particelle, mentre nel 52% da legno vergine, proveniente principalmente da cimali e assortimenti di piccolo diametro (Aguilar F, 2024).

⁴ <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> - Luglio 2024

Il materiale derivante da tagli forzosi e tagli fitosanitari è caratterizzato da un basso livello di qualità e non può essere impiegato in cartiere e segherie. Il settore energetico, non richiedendo standard qualitativi, diventa quindi un'ottima destinazione di utilizzo (Aguilar, 2024).

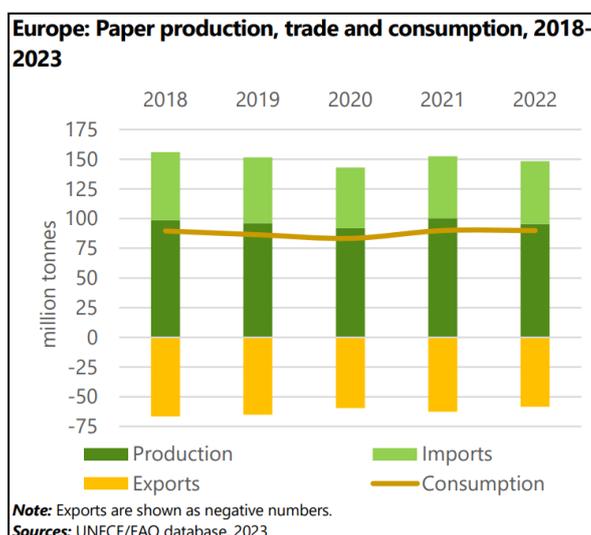
Gli assortimenti di piccolo diametro sono tradizionalmente molto richiesti, in particolare modo dal settore industriale. Le industrie richiedono grandi quantità di legname vergine da destinare alla produzione di carta.

I principali assortimenti retraibili da tronchi, o da sue sezioni, sono riportate all'interno della Raccolta Provinciale degli Usi dei Prodotti della Selvicoltura (C.C.I.A.A., 2009). Tra i principali, vi sono:

- **Legname da imballaggio:** conosciuto anche come *tasti*, *trusi* e *robusti*, si tratta di legname resinoso destinato, appunto, alla produzione di imballaggi per il quale sono tollerati anche difetti o livelli di qualità inferiore rispetto ai tronchi da sega (il guasto può essere massimo del 60% purché *a tenuta di chiodo*). I parametri dimensionali più richiesti e diffusi sono il 1,20m e i relativi multipli, soprattutto 2,40m, 4,80m o 6,00m. il diametro minimo è di 14cm.
- **Sottomisure:** si parla di tronchi con lunghezza inferiore o uguale ai 4m, con diametro a metà lunghezza tra 14-17cm. Il diametro in punta non dev'essere inferiore ai 12cm. Requisiti di qualità uguali che per i tronchi. A livello qualitativo, si tratta di assortimenti cilindrici con fibre legnose regolari idonee alla segagione.
- **Paleria:** si tratta di legname di lunghezza minima di 4m, poco nodoso, dritto e sano. Il diametro massimo è di 20-23cm, a seconda del distretto forestale considerato. Tra i sinonimi più conosciuti vi sono stangame, tondelli e antenne.
- **Legname da cartiera:** assortimento tipico di pino e abeti, ha una lunghezza minima di 1m. le cartiere richiedono però anche lunghezze multiple. Il diametro varia tra gli 8 e i 30cm, con diametro in punta di 8cm. Può essere venduto sia in tondelli che squarti. La commercializzazione avviene previa scortecciatura (che può essere di tipo commerciale, strisciata o in bianco) e asciatura a liscio legno dei nodi (C.C.I.A.A., 2009).

L'industria della polpa da carta, della carta e del cartone ha, da sempre, rappresentato un valido settore in cui poter utilizzare assortimenti meno pregiati. Negli ultimi anni, questo campo sta affrontando un momento di crisi, dovuto all'aumento dei costi delle materie prime e al cambiamento delle abitudini dei consumatori. Solo i mercati cinesi e sudamericani stanno registrando degli incrementi nella domanda di questi prodotti. Nel 2022, in Europa, la produzione di carta e cartone è diminuita del 4,9%. La crisi della domanda per impieghi tradizionali di prodotti cartari (salvo in alcuni segmenti di mercato, come per gli imballaggi e i *tissue*) ha portato, negli ultimi anni, alla chiusura di diversi impianti di produzione. Oltre alla contrazione della domanda, alla chiusura degli impianti ha contribuito il caro energia (Tabella 12) (Valois, 2024).

Tabella 12: Andamento storico del mercato della carta (M. Valois, 2024)



Per quanto riguarda i prodotti ottenibili dalla prima lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro, le segherie indirizzano la loro produzione verso:

- **Sottomisure:** si indica il tavolame con lunghezza pari, o superiore, a 4m con larghezza a metà compresa tra 8 e 15cm. Le sottomisure vengono distinte in tre diversi assortimenti: I e II (per piassa, parallelo all'occhio), III (utilizzato principalmente per costruzioni e imballaggi con conicità normale) e Prismato a larghezza fissa (impiegato in pavimenti e rivestimenti).

Per quanto riguarda le sottomisure di abete, le misure commerciali corrispondono a spessori di 20-25mm per larghezze di 11-12cm e di 25-30mm per 12-13cm.

- **Sottopelli:** si intende legname segato da ambo le parti, senza rifilature, con spessori pari a 20-25mm e della lunghezza normale di 2-3-4m.
- **Morali:** sono segati a sezione quadrangolare di 5x5, 6x6, 7x7, 8x8, 8x10, 10x10, 10x12, 12x12 cm, con lunghezza normale di 4m.
- **Mezzi morali:** segati a sezione rettangolare di 3x6, 3,5x7, 4x8, 5x7, 5x10, 6x8, 6x12cm, di lunghezza normale pari a 4 m.
- **Listelli:** I listelli hanno la lunghezza normale da 2 a 4 m e la sezione di 2x1,5-2,5x5-3x5cm e si trattano in assortimento vario con riferimento al loro impiego. Vengono rimossi i nodi grossi e altri difetti che ne compromettano la resistenza. I listelli si trattano a metro cubo normalmente legati in fasci (C.C.I.A.A., 2009).

3.1.2 I prodotti retraibili dal legname di maggior diametro

Da sempre, l'edilizia e la bioedilizia hanno visto il legname come un ottimo materiale per le costruzioni. Il prodotto principe di questa filiera è il pannello di legno, un elemento piano e di spessore modesto, rispetto alla relativa lunghezza e larghezza, avente funzione decorativa, protettiva, costruttiva, isolante e/o portante (Bonamini e Uzielli. 2021).

Il legno, però presenta tre grosse limiti che ne ostacolano la possibile trasformazione e quindi i possibili utilizzi. I vincoli sono dati dalla lunghezza, dalla larghezza e dalla variabilità interna del materiale.

Le limitazioni dovute alla lunghezza considerano sia le dimensioni massime del segato che la sua rastremazione. Il toppe può essere sufficientemente lungo ma se il diametro decresce velocemente lungo il tronco, la resa di utilizzazione sarà minore.

Il segato più pregiato è la tavola diametrale, ovvero la tavola ricavata lungo il diametro maggiore del toppe. Nella parte centrale del diametro è però presente il legno giovanile che va a ridurre la qualità del prodotto.

Le caratteristiche interne del tronco come le fibre inclinate, l'anisotropia e il contenuto di umidità vanno a ridurre la qualità del legname (Cavalli, 2023).

Per rispondere alle esigenze dimensionali e qualitative si è andati ad unire più assortimenti legnosi mediante il loro incollaggio. L'adesione può avvenire con mezzi fisici (quali viti, chiodi o turloni) o con sostanze chimiche (su tutti, adesivi e colle). L'esigenza e la necessità di trasformare il legno per migliorarne e incrementarne le possibilità di utilizzo prende il nome di ingegnerizzazione del legno.

È in questi processi che l'assortimento meno pregiato assume un'importanza rilevante. I composti ingegnerizzati possono essere realizzati a partire da legname di bassa qualità, o addirittura da scarti di lavorazione. L'industria dei pannelli contribuisce a sfruttare tutte le potenzialità della risorsa forestale, indirizzando verso produzioni ad elevato valore aggiunto quote di legno che altrimenti sarebbero state utilizzate come legna da ardere (Tondi, 2023).

Unendo gli adesivi con il legno è quindi possibile creare dei composti. Con tale termine si indicano due o più elementi tenuti insieme da un rinforzo. Questa lavorazione permette di ottenere un prodotto uniforme, privo di difetti, con prestazioni migliorate e in grado di poter soddisfare tutte le esigenze dimensionali. Partendo da un materiale tecnicamente perfetto, anche i trattamenti di essiccazione e preservazione del materiale sono facilitati (Tondi, 2023).

Per quanto riguarda la produzione di segati, tranciati e sfogliati, il vincolo più grande da superare, per garantire una buona resistenza del materiale, è quello relativo alla lunghezza della tavola. Una buona giuntura deve garantire un parallelismo tra superficie d'incollaggio e fibratura del materiale. Anche una minima trasversalità degli elementi genererebbe per annullare le prestazioni tecniche del giunto.

La tecnica più utilizzata è quella dell'incollaggio mediante adesivo in quanto unisce il fenomeno fisico a quello chimico. Dal punto di vista fisico l'adesivo penetra nelle microfratture del legno e indurisce, garantendo una forte adesione tra le fibre e il collante, questo fenomeno prende il nome di aggrovigliamento meccanico (teoria della diffusione). Dal punto di vista chimico, tra adesivo e legno si creano dei legami inter e intra molecolari, sia covalenti (legami molto forti che modificano la chimica del legno, teoria del legame covalente) che secondari (più deboli, teoria dell'adsorbimento). Fino al secolo scorso, gli adesivi più utilizzati erano quelli di origine sintetica (tra cui, le

resine fenoliche, le resine amminoplastiche, le resine epossidiche e i siliconi). Negli ultimi anni stanno prendendo piede gli adesivi semi-sintetici come i tannini, la lignina e i carboidrati o le proteine modificate (Tondi, 2023).

La giuntura che meglio garantisce la tenuta dei due elementi è il giunto a dita o finger joint, una particolare struttura permette la realizzazione di solidi giunti incollati testa contro testa. Tale giuntura si realizza andando a fresare le teste delle tavole in modo tale da creare dei tenoni affiancati (dita), di forma trapezoidale allungata, sfalsati così da permettere alle sporgenze di un pannello di incastrarsi con le rientranze dell'altro. La colla viene spalmata tra le dita delle tavole.

I tenoni non devono mai essere inseriti fino in punta alla scanalatura, questo per evitare che si eserciti una pressione non sufficiente a garantire la resistenza del giunto. Il piccolo spazio in punta verrà poi riempito con gli adesivi in fase di incollaggio.

L'invenzione di questa tipologia di giunto ha permesso di superare i vincoli dimensionali del legno, permettendo lo sviluppo del legno lamellare e dell'X-Lam (Bonamini e Uzielli, 2021) (Figura 6).

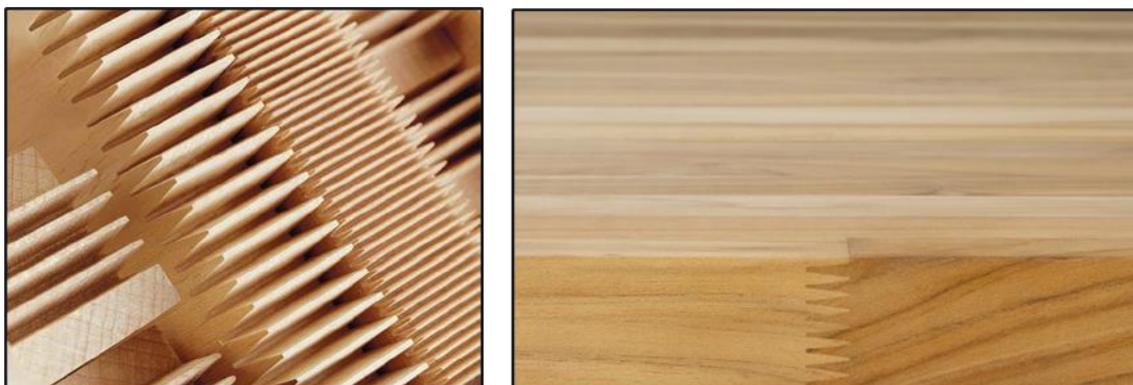


Figura 6: Giunto a dita o Finger joint

In edilizia, il legno ingegnerizzato viene impiegato per la realizzazione del sistema a telaio leggero. Un metodo di costruzione che prevede la realizzazione di prodotti prefabbricati che permettono di ridurre i tempi di costruzione in cantiere. Con questo sistema è possibile creare pavimenti, pareti, scale e tetti (Verkerk, 2022).

Si ritiene che i prodotti in legno ingegnerizzato riescano a mitigare l'effetto dei cambiamenti climatici, grazie allo stoccaggio del carbonio all'interno del legno e grazie alla sostituzione di materiali non rinnovabili e a maggior impatto ambientale con prodotti a base di legno. Gli studi dimostrano che, lungo un periodo di 100 anni, i

prodotti legnosi emettano dal 20 al 50% in meno di gas serra rispetto agli stessi prodotti realizzati in acciaio o cemento (Verkerk, 2022).

Negli ultimi anni, il settore edile si sta indirizzando, particolarmente, verso due prodotti: il *Cross Laminated Timber* (CLT) e il legno lamellare. Questi prodotti permettono di costruire immobili, anche di diversi piani, utilizzando dei pannelli prefabbricati garantendo degli standard qualitativi molto elevati e con un elevato grado di personalizzazione (Verkerk, 2022). Tra gli ulteriori prodotti ormai affermati sul mercato vi sono gli sfogliati e i tranciati, il truciolare, l'OSB (*Oriented Structural Board*) e l'MDF (*Medium Density Fiberboard*)

- **Gli sfogliati e i tranciati**

Con sfogliati si indica una particolare tecnica di lavorazione del legno che permette di sfogliare il tronco, creando dei fogli di legno con spessore inferiore ai 3-4mm.

Il tronco va scortecciato, questo per evitare di sollecitare la lama della sfogliatrice. Il tronco fresco viene immerso in acqua calda e vapore per ammorbidirne le fibre. Il vapore è utilizzato solamente per legni ad elevata massa volumica (come Rovere, Abete e querce). Successivamente viene fatto ruotare attorno ad un perno, il tronco viene sfogliato grazie ad un coltello ed un pressatoio che permettono di ottenere spessori molto fini. I fogli vengono quindi seccati e portati ad un'umidità dell'8-6%. Lo sfogliato viene quindi tagliato delle dimensioni finali, viene incollato, pressato e rifinito.

A seconda dello spessore di taglio, sarà necessario variare la resistenza meccanica e il trattamento termico/umido. Con spessori maggiori, si dovrà abbassare la resistenza meccanica e aumentare i trattamenti termici e umidi.

Gli sfogliati si differenziano dai tranciati perché, in questi ultimi, si effettua un taglio lungo la sezione longitudinale del tronco. Il tranciato può essere realizzato tagliando l'intera sezione del tronco (*crown-cut*) oppure lavorandone solo un quarto (*quarter-cut*) (Figura 7).

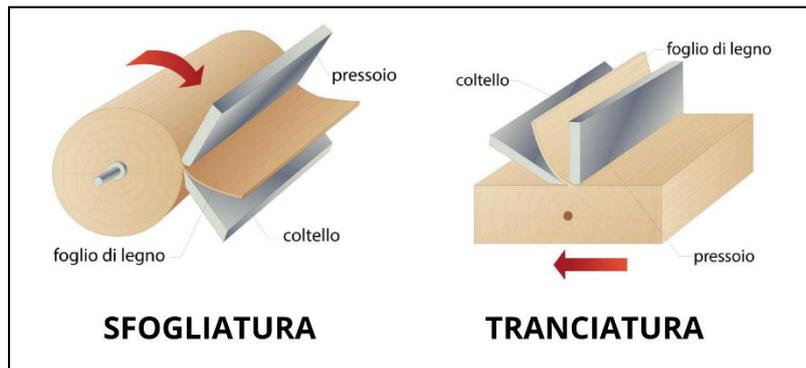


Figura 7: Schema dei processi di sfogliatura e tranciatura

Per entrambi i prodotti è possibile unire i singoli elementi sia con la tecnica dell'incollaggio a filo, sia con il *fingerjoint*. Le lamine prodotte possono essere accoppiate a libro, i fogli vengono disposti parallelamente e in maniera simmetrica lungo il piano longitudinale, consecutivamente, i fogli vengono uniti parallelamente e sono disposti consecutivamente, oppure in maniera casuale.

Dagli sfogliati si ottengono i compensati. Sono prodotti caratterizzati da un'ottima stabilità dimensionale, con caratteristiche meccaniche omogenee e rinforzate.

L'unione dei tranciati, detta impiallacciatura, permette di produrre i piallacci. Questa tecnica di lavorazione può essere utilizzata sul legname di pregio per impreziosire superfici e materiali di minor valore.

Il compensato è un prodotto composto costituito da sfogliati, spessi dal 1,5 mm ai 3 mm, incollati tra loro ortogonalmente e alternati, con un numero di strati dispari. Gli sfogliati incollati vengono poi pressati tra due piani di acciaio riscaldati. I legni che meglio si prestano a tale processo sono quelli di abete, pioppo e rovere.

Esistono diverse tipologie di compensati:

- Compensato propriamente detto: è sempre costituito da un pannello a tre strati
- Multistrato: materiale simile al compensato p.d. ma è formato da più strati, sempre di numero dispari
- Alveolare: prodotto composto che presenta, internamente, strutture a nido d'ape. Permette di ottenere un prodotto molto leggero.

- Placcato: si tratta di un compensato rivestito esternamente con strati di legni pregiati (Tondi, 2023) (Figura 8).

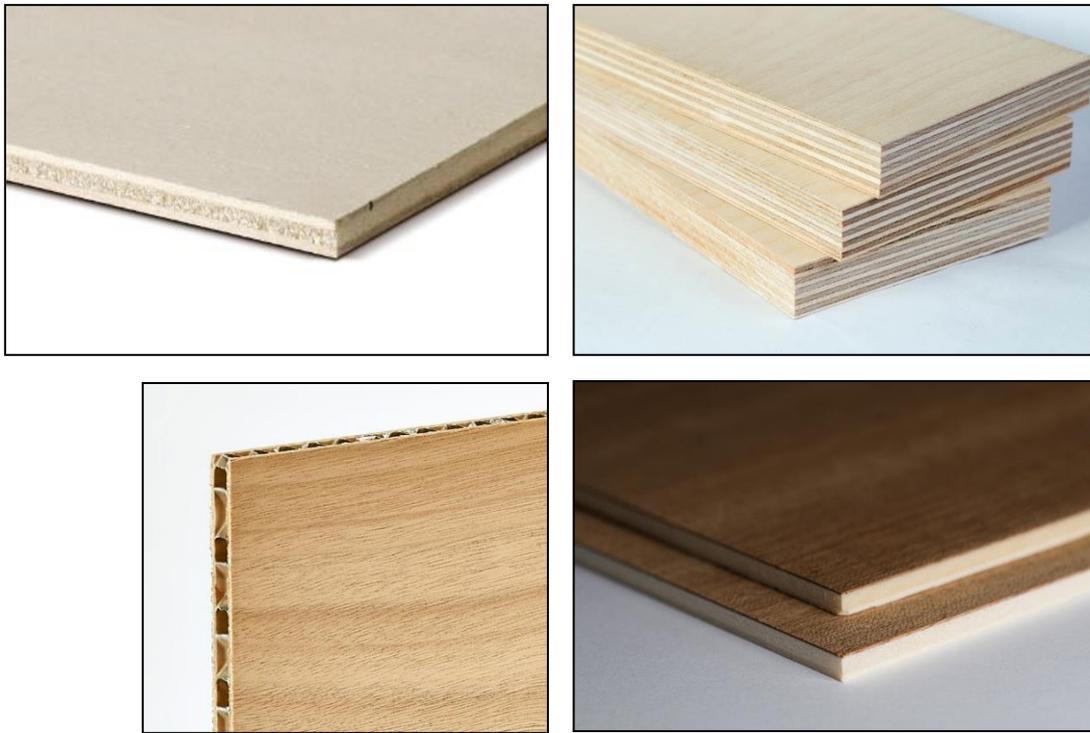


Figura 8: Esempi di compensato, multistrato, alveolare e placcato

- **Pannelli truciolari**

Un altro prodotto ricavabile dagli assortimenti di piccolo diametro è il pannello truciolare. Essi rappresentano un ottimo modo per utilizzare tonde di qualità troppo bassa, per l'utilizzo in falegnameria o nelle costruzioni, o per i cascami, gli scarti e gli sfridi (Bonamini e Uzielli. 2021).

Il pannello truciolare è ottenuto a partire dal cippato. Le particelle vengono essiccate e cosparse di colla termo-indurente. Il prodotto viene quindi pressato fino ad ottenere una lastra rigida e lavorabile. La principale destinazione d'uso è quella del supporto a fogli di legno nobile (nobilitazione). La distribuzione casuale delle particelle da cui è composto, permette di annullare gli effetti di ritiro e rigonfiamento igroscopico del pannello, rendendolo stabile e resistente (Bonamini e Uzielli. 2021).

Un'evoluzione del pannello truciolare è l'*Oriented Strand Board* (O.S.B), dei pannelli costituiti da scaglie di legno orientate lungo la stessa direzione, incollate e pressate. La differenza principale tra i due prodotti è nell'origine del materiale, gli O.S.B. vengono costruiti partendo da materiale vergine, così da poter ottenere scaglie della dimensione

desiderata che garantiscano la resistenza meccanica necessaria. Per il truciolare, non richiedendo particolari proprietà meccaniche, possono essere utilizzati materiale di scarto o riciclo.

La differenza tra trucioli e scaglie è nella loro dimensione, i primi non arrivano a 1,5cm, mentre le seconde superano i 10 cm.

Le proprietà dell'O.S.B. variano a seconda della densità del materiale, alla dimensione del truciolo e allo spessore del pannello.

- Densità del materiale: con valori attorno agli 800 kg/m³ si ottiene un prodotto con una forte resistenza meccanica, il quale risulterà più pesante e più costoso. Al contrario, una densità di 600 kg/m³ garantisce un prodotto più economico, leggero ma meno resistente.
- Dimensione del truciolo: la presenza di scaglie grosse – dette grain – incrementa la resistenza del composito rispetto a quelle più piccole -small-.
- Spessore del pannello: lo spessore varia tra i 3mm, per pannelli leggeri e poco resistenti, ai 40mm, per pannelli più costosi e robusti.

La resistenza del pannello è definita anche dall'orientamento delle fibre. Esso è generalmente composto da tre strati di scaglie. Le scaglie degli strati centrali sono disposte lungo la larghezza o la lunghezza del pannello. Quelle dello strato interno possono essere orientate ortogonalmente rispetto agli strati esterni, oppure disposte casualmente.

I pannelli truciolari, di qualsiasi tipologia, sono fortemente igroscopici. Scaglie e trucioli, se posti a contatto con l'acqua, tendono a gonfiarsi, rovinando il pannello (effetto *springback*). È possibile trattare con incollanti *water-proof* i pannelli per garantirne un utilizzo anche *outdoor*.

Le specie arboree più utilizzate per la realizzazione di questi pannelli, sono il faggio e le conifere, legni caratterizzati da una bassa densità e abbastanza economici.

Oltre che per il packaging, i pannelli O.S.B. vengono utilizzati per la costruzione di pavimenti, tettoie e pareti. Possono essere nobilitati per il rivestimento di superfici (Tondi, 2023). (Figura 9)



Figura 9: Pannello di truciolare e O.S.B.

- **I pannelli di fibre**

I pannelli di fibre sono compositi realizzati in fibre incollate sotto pressione. Si dividono in *Medium Density Fiberboards* (MDF), con densità variabile tra i 500 e 900 kg/m^3 , *Low Density Fiberboards* (LDF) e *High Density Fiberboards* (HDF) (Figura 10). La loro peculiarità è quella di avere una struttura interna molto omogenea e quindi simile al legno massello. È molto comune la pratica di nobilitare gli MDF e gli HDF.

Anche questa tipologia di pannelli soffre l'umidità e il contatto con l'acqua, nello specifico, all'aumentare della densità del materiale, aumenta lo *springback*.

Le fibre utilizzate derivano da trucioli o cippati di conifere o latifoglie. Le fibre da cui è costituito il pannello hanno dimensioni variabili: da singole cellule a piccoli aggregati. Fibre più lunghe vengono utilizzate per pannelli isolanti o per prodotti destinati alle cartiere. Si prediligono cellule con pareti meno spesse, in grado di adeguarsi al processo di pressa.



Figura 10: Pannello di truciolare MDF.

Il processo di formazione dei pannelli inizia con la scortecciatura e lo

sminuzzamento del legname. Si procede poi alla vagliatura e alla lavatura prima di procedere con la sfibratura vera e propria. La sfibratura inizia con strizzando e preriscaldando i trucioli.

Si procede poi alla sfibratura termomeccanica ad alta temperatura, spesso utilizzando del vapore. Il truciolo, ancora bagnato, viene raffinato e, tramite l'utilizzo di adesivi viene assemblato e quindi essiccato.

I pannelli vengono utilizzati principalmente in ambiente interno. Nel caso in cui, si utilizzino adesivi atossici o non inquinanti, è possibile utilizzarli anche in esterno. Sono molto utilizzati per porte, mobili e pavimentazioni.

Gli HDF vengono utilizzati nel caso in cui servano prestazioni meccaniche eccezionali, mantenendo spessori contenuti.

Gli LDF vengono usati come isolanti per soffitti, pareti. Trovano anche applicazione nel settore automobilistico. Nell'LDF si usano solamente piccoli quantitativi di adesivo per garantire stabilità (Tondi, 2023).

- **Laminated Veneer Lumber (LVL)**

Il microlamellare (o LVL) è una tipologia di legno ricomposto. Si differenzia, e migliora, dal legno lamellare poiché utilizza elementi più sottili e garantisce un progresso nell'ottimizzazione dell'uso del materiale. I pannelli possono infatti essere realizzati a partire da scarti di lavorazione, da specie meno pregiate e da assortimenti legnosi meno nobili⁵ (Figura 11).



Figura 11: Legno microlamellare

⁵ <https://www.lavoripubblici.it/news/Costruire-con-il-Legno-il-microlamellare-14350> - Marzo 2024

Il legno microlamellare è formato da fogli impiallacciati sovrapposti. È costituito da sfogliati di abete rosso o pino, con spessore massimo di 6 mm. È possibile utilizzare anche legno duro di latifoglia, come faggio o betulla. Le impiallaccature sono incollate e pressate perpendicolarmente l'una con l'altra. I singoli fogli possono presentare una microbisellatura su tutti e quattro i lati in modo tale da creare un incastro “maschio - femmina” che facilita l’incollaggio e l’adesione tra i vari strati (BauBuche Flooring). Le caratteristiche dipendono dallo spessore dell'impiallaccatura, dal contenuto di colla e dal processo di produzione e sono determinate dall'uso successivo del pezzo (Verkerk, 2022). Un elemento che fa variare la resistenza meccanica del materiale è il suo orientamento: qualora venga posizionato in direzione flatwise, con i fogli posizionati in verticale, avrà meno resistenza rispetto al suo posizionamento in direzione *edgewise*, con i fogli posizionati orizzontalmente⁶.

Questo prodotto garantisce un rapporto resistenza/peso doppio rispetto all'acciaio strutturale. È un materiale omogeneo lungo tutte le sue dimensioni e soprattutto, non è soggetto a torsioni, ritiri o fessurazioni⁷.

- **Il legno lamellare**

Il legno lamellare permette di ottenere due prodotti principali: Glulam e X-Lam o CLT (*Cross Laminated Timber*). Il primo è costituito da una serie di lamelle incollate parallelamente una sopra l'altra. Questo permette di creare delle travi teoricamente infinite (Figura 12). Il secondo è costituito da lamelle di legno incollate parallelamente su un piano; i piani poi si uniscono in modo tale che le fibre siano, tra loro, perpendicolari. Così facendo sono in grado di creare dei piani illimitati (Tondi, 2023).

⁶ <https://news.wuerth.it/legno-microlamellare-lvl/> - Marzo 2024

⁷ <https://news.wuerth.it/legno-microlamellare-lvl/> - Marzo 2024



Figura 12: Pannello di X-Lam

Per realizzare tali prodotti, si parte da segati con spessore compreso tra i 45 e i 50mm, larghezza e lunghezza non sono vincolanti. I legni più utilizzati sono quelli di conifera e quello di faggio. Gli adesivi più utilizzati sono gli isocianati o i poliuretani, le resine fenoliche (PF e PRF) e le resine amminoplastiche (MUF) (Tondi, 2023).

Per la realizzazione del lamellare, occorre, innanzitutto, stabilizzare il legno portandolo ad un'umidità inferiore al 15-16%. Dopodiché vengono realizzate le singole lamelle (con spessori e dimensioni variabili a seconda dell'utilizzo finale). In questa fase, tutte le lamelle che presentano difetti o imperfezioni, vengono scartate o tagliate nella zona difettata. Una volta ottenute, vengono incollate tra loro in modo da produrre una lamella unica. Le estremità vengono unite con l'utilizzo di adesivi e mediante delle giunzioni. Si procede con la piallatura e la sezionatura alla lunghezza desiderata. Le lamelle ottenute vengono incollate sulla faccia più larga fino al raggiungimento dello spessore desiderato. Una volta terminato, il prodotto verrà poi fresato per eliminare le imperfezioni (Figura 13) (Tondi, 2023).

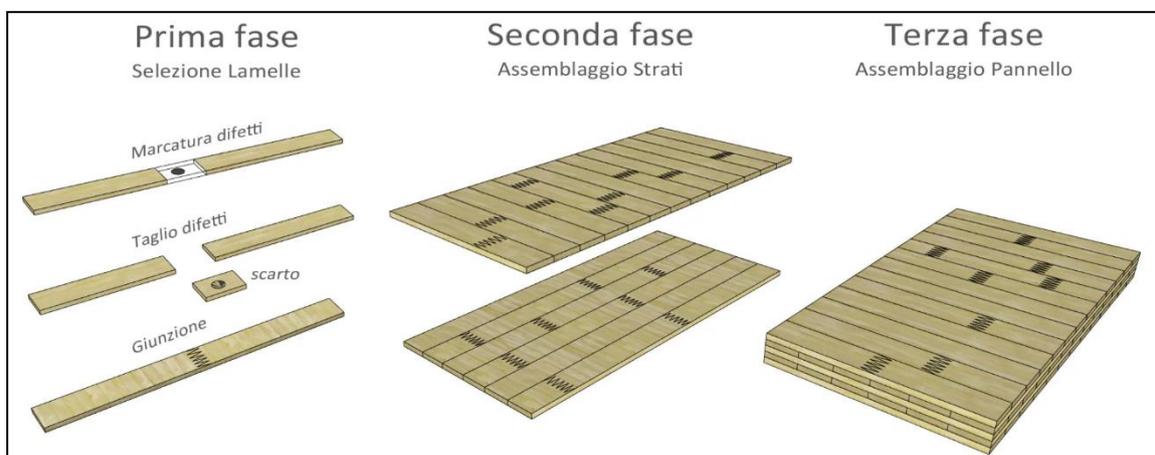


Figura 13: Fasi della produzione di X-Lam

Affinché la struttura sia più resistente alle sollecitazioni, le lamelle più lunghe e di migliore qualità dovrebbero essere poste sulle facce più esterne. Con il legno lamellare è possibile creare strutture piegate, avendo l'accortezza di non creare dei giunti nelle zone di massima curvatura.

Tra gli utilizzi del legno lamellare vi è quello dell'X-Lam. In questo caso le singole lamelle hanno uno spessore che varia tra 4 e 56mm, le singole lamelle vengono unite per poi essere disposte in piani orientati perpendicolarmente tra loro. Il numero di piani è sempre dispari, generalmente 3, 5 o 7. L'orientazione ortogonale dei piani garantisce stabilità e permette la distribuzione del carico, offrendo un'eccellente resistenza alla vibrazione. Per questo motivo è un materiale molto utilizzato per la realizzazione di strutture antisismiche (Tondi, 2023).

- **Parallel Strand Lumber (PSL)**

Il *Parallel Strand Lumber* (PSL) è un prodotto formato da strisce di impiallacciatura sottili ma molto lunghe (2500 mm x 15 mm x 3 mm) che vengono incollate e pressate a strati. Le strisce vengono disposte parallelamente all'asse maggiore della trave. Tra le specie maggiormente utilizzate vi sono l'abete di Douglas e le pinacee. Il pannello prodotto viene utilizzato come rinforzo o come alternativa alle travi. Le caratteristiche tecniche e meccaniche dipendono dallo spessore del rivestimento, dal contenuto di adesivo e dal processo di produzione⁸ (Figura 14).



Figura 14: Listello di PSL

⁸ <https://wtp.hoechsmann.com/it/lexikon/30707/Furnierstreifenholz> – Marzo 2024

Il PSL può essere pressato in modo tale da assumere qualsiasi forma, può essere anche curvato. Inoltre è un materiale molto leggero e questo ne facilita il trasporto (Verkerk, 2022).

Non sono ancora disponibili statistiche complete sulla produzione, il commercio e il consumo di legno ingegnerizzato. Partendo dalle capacità produttive dei principali Paesi produttori di CLT, si ottiene un volume indicativo di 2,5 M m³ di CLT prodotti tra Stati Uniti d'America, Unione Europea e Federazione Russa. La richiesta globale di legno ingegnerizzato è però pari a 40M m³. Nel prossimo futuro si prevede quindi un incremento della produzione di questi prodotti (Verkerk. 2022).

3.2 L'Agenda 2030, il *New Green Deal* europeo e l'utilizzo a cascata del legno

Nel settembre 2005 è stata approvata l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile. Si tratta di un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto da 193 Paesi membri dell'ONU. All'interno di questa agenda sono presenti 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – *Sustainable Development Goals* (SDGs).⁹

Gli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile sono una serie di intenti comuni che riguardano, ad esempio: la lotta alla povertà, l'eliminazione della fame e il contrasto al cambiamento climatico. Il termine 'Obiettivi comuni' indica il fatto che essi riguardano tutti i Paesi e tutti gli individui che hanno sottoscritto l'accordo per rendere il mondo più sostenibile¹⁰.

Il settore forestale è strettamente legato ad alcuni Obbiettivi. In particolar modo al numero 6 – Acqua pulita e servizi igienici sanitari, 7 – Energia pulita e accessibile, 8 - Lavoro dignitoso e crescita economica, 12 – Consumo e produzione responsabili, 13 – Lotta contro il cambiamento climatico e 15 – La vita sulla terra (Verkerk, 2022).

Un ruolo importante nel raggiungimento degli Obbiettivi lo ha anche la sostituzione dei materiali fossili con prodotti *biobased*. In particolar modo favorisce il raggiungimento degli Obbiettivi 12, 13 e 15 (Verkerk. 2022).

⁹ <https://unric.org/it/agenda-2030/>

⁹ <https://unric.org/it/agenda-2030/> - Marzo 2024

Agli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile, si collega il piano strategico delle Nazioni Unite per le foreste 2017-2030 e il relativo programma di lavoro quadriennale. Questi strumenti permettono un'attuazione sinergica delle politiche e dei programmi forestali all'interno dei Paesi ONU. Il Piano si articola in 6 Obiettivi Forestali Globali. L'utilizzo e lo sviluppo di prodotti *biobased* contribuiscono al raggiungimento dell'obiettivo 2 – Migliorare i vantaggi economici, sociali e ambientali basati sulle foreste, anche migliorando i mezzi di sostentamento delle persone dipendenti dalle foreste (Verkerk, 2022).

Approvato nel 2019, il *Green Deal* Europeo è una strategia comunitaria che mira ad arrivare alla neutralità climatica entro il 2050. Questo progetto pone l'Unione Europea in una posizione di *leadership* in termini di sostenibilità ambientale e lotta al cambiamento climatico¹¹.

Il *New Green Deal* ha introdotto il “principio a cascata dell'utilizzo del legname”, ovvero un principio in base al quale il legno deve essere utilizzato in modo da generare il massimo valore economico e ambientale. Sono stati introdotti sei livelli di priorità d'uso: creazione di prodotti a base legno, adozione di metodi per prolungarne la durata, riutilizzo, riciclaggio, bioenergia e smaltimento.

La nuova strategia europea si basa su tre aspetti fondamentali: azzerare le emissioni di gas serra per il 2050, incrementare lo sviluppo economico limitando l'impiego di risorse e garantire uno sviluppo sostenibile per tutte le persone e per tutte i Paesi¹². Uno dei punti in cui si articola il *New Green Deal* è quello legato alla volontà di proteggere la natura, incrementando la biodiversità e le foreste. Per fare ciò, l'U.E. ha emanato nel 2020 la Strategia europea sulla Biodiversità e nel 2021 la Nuova Strategia Forestale europea.

La Strategia Europea sulla Biodiversità prevede la protezione del 30% del territorio europeo grazie alla creazione di Aree Rete Natura 2000 e all'integrazione dei corridoi ecologici. Circa il 30% di queste aree andrebbe poi tutelato in maniera integrale, si tratta di siti fondamentali per la tutela della biodiversità, per la mitigazione e

¹¹ <https://www.confindustriaemilia.it/obiettivi-green-deal-europeo-e-confindustria-servizi#:~:text=Gli%20obiettivi%20del%20Green%20Deal%20europeo%20comprendono%20una%20serie%20di,energetica%20e%20tutelare%20la%20biodiversit%C3%A0.> – Marzo 2024

¹² https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

l'adattamento ai cambiamenti climatici. Rientrano in questa categoria le foreste primarie e vetuste (Grassi, 2021).

La Nuova Strategia Forestale europea si pone gli obiettivi di aumentare la superficie forestale, di gestire le foreste in maniera sostenibile, di proteggere la loro biodiversità e di conferire loro un ruolo centrale nel raggiungimento della neutralità climatica e nella bioeconomia. Gli obiettivi europei prevedono la messa a dimora di più di 3 miliardi di alberi entro il 2030 (Grassi, 2021).

La gestione forestale sostenibile punta alla valorizzazione dell'economia circolare e al mantenimento della CO₂ il più a lungo possibile nei prodotti legnosi. A livello nazionale, l'obiettivo è quello di migliorare la produzione in quanto, nonostante il prelievo nazionale sia inferiore all'incremento, l'80% del materiale legnoso lavorato è di importazione. Per favorire un investimento da parte delle imprese di prima lavorazione, è quindi necessario garantire una continuità dell'offerta di materia prima legnosa di cui necessitano. Per fare ciò è necessaria una pianificazione che quantifichi e caratterizzi il patrimonio forestale e che definisca i prelievi annuali. La necessità di promuovere ed incentivare la pianificazione a livello regionale e locale è stata ribadita anche dall'Accordo di Verona del 2016.

Tra i principi su cui si è fondato l'Accordo vi è quello di riaffermare il principio dell'uso a cascata del legno, per valorizzare il patrimonio boschivo italiano. È stato stilato un protocollo per definire i sistemi per incentivare la trasformazione industriale del legno garantendo un maggior valore aggiunto (Terraneo, 2023). Le materie prime legnose possono essere utilizzate in più fasi (cioè a cascata), sottintendendo come il prodotto principale possa essere utilizzato di nuovo, o riciclato. Si parla di produzione energetica solamente alla fine del ciclo di vita del prodotto (Fragnelli, 2023).

L'uso a cascata del materiale legnoso si collega ai principi della bioeconomia circolare. Entrambi hanno l'obiettivo di ridurre al minimo i rifiuti, mantenendo i materiali in uso il più a lungo possibile e conservandone il massimo valore nel tempo. La biomassa forestale, se opportunamente valorizzata, può essere a tutti gli effetti definita una risorsa rinnovabile e di lunga durata (Cluster Spring, 2023).

La biomassa residua che si crea lungo la filiera foresta legno si differenzia in tre macro-categorie:

- biomassa residua delle utilizzazioni forestali
- residui di prima lavorazione
- residui di seconda lavorazione

- **Biomassa residua delle utilizzazioni forestali**

Si tratta in questo caso di ramaglia e scarti di allestimento all'imposto. È caratterizzata da elevata umidità e da una notevole variabilità morfologica, fisica e chimica. Il rilascio della biomassa in bosco, oltre ad essere una normale pratica delle utilizzazioni forestali, svolge un ruolo fondamentale nella conservazione della biodiversità e per il mantenimento delle proprietà e della fertilità dei suoli. Quindi, incentivarne il suo utilizzo come risorsa energetica potrebbe avere delle ripercussioni a livello ambientale/naturale (Cluster Spring, 2023).

- **Residui della prima lavorazione del legno**

Si tratta degli scarti delle imprese di prima trasformazione, quindi sciaveri, segatura, corteccia, trucioli, refili ed intestature. La maggior parte di questa biomassa è utilizzata per scopi energetici già all'interno del medesimo impianto di produzione; la restante parte potrebbe essere destinata a filiere alternative ad elevato valore aggiunto, come quelle legate ai nuovi settori della bioeconomia (cap. 3.3) (Cluster Spring, 2023).

- **Residui della seconda lavorazione del legno**

Questa classificazione comprende segatura, trucioli, refili, si tratta di materiale di più ridotte dimensioni e con un contenuto di umidità non molto elevato. Al suo interno possono essere presenti residui di colle e vernici, contaminazioni che potranno influenzare una loro eventuale trasformazione futura (Cluster Spring, 2023).

La biomassa di origine forestale è equiparabile a quella ricavata da sistemi arborei agrari o da contesti urbani (potature da alberature) e può quindi divenire parte di un sistema di valorizzazione su scala territoriale più ampia e che consideri diversi contesti (urbano, agrario, forestale). Tuttavia, per garantire un corretto approvvigionamento

della biomassa forestale, è necessario pianificare un miglioramento della qualità delle produzioni forestali nazionali e all'efficienza delle filiere foresta-legno e foresta-energia, seguendo un approccio di uso a cascata (Spring, 2023). Recenti studi hanno dimostrato come l'utilizzo di biomassa forestale, a fini energetici, possa mitigare le emissioni di CO₂ grazie alla riduzione di combustibili fossili. È invece impensabile che si possano sostituire completamente i combustibili fossili con la biomassa (Lundmark *et al.*, 2024).

3.3 I nuovi prodotti legati allo sviluppo della bioeconomia e dell'economia circolare

Complici gli effetti del cambiamento climatico, negli ultimi anni si è assistito a forti oscillazioni e variazioni nell'offerta del materiale forestale. È quindi auspicabile una diversificazione delle attività e la creazione di nuove catene del valore per garantire maggiore resilienza a tutta la filiera (Tamantinini *et al.*, 2021). Spesso, l'utilizzo a cascata del materiale forestale, si limita alla sola produzione energetica. Un suo utilizzo all'interno delle industrie *biobased* garantirebbe nuove opportunità di lavoro, soprattutto nelle aree marginali (Tamantini *et al.*, 2021).

Lo sviluppo della bioeconomia permetterà di trasformare le risorse biologiche in prodotti a minor intensità di emissioni rispetto a quelli utilizzati attualmente. I campi di sviluppo sono molteplici, dai materiali da costruzione al settore tessile, chimico e delle plastiche (Verkerk, 2022).

La bioraffineria è un impianto di lavorazione che permette di convertire le materie prime di origine forestale, in prodotti ad alto valore aggiunto. A livello comunitario, sostenendo questo settore, si riuscirebbe, entro il 2050, a creare fino al 50% in più di valore aggiunto si ridurrebbero le le emissioni di CO₂ fino all'80%, grazie alla sostituzione dei beni fossili con i prodotti legnosi (Cepi, 2020).

Le bioraffinerie permettono di trasformare in maniera sostenibile la biomassa forestale in una gamma di prodotti commerciabili come: alimenti, mangimi, composti, prodotti chimici e energia (sia sottoforma di combustibili sia di energia elettrica o calore) (de Jong *et al.*, 2012).

Esistono tre categorie di bioraffinerie:

- Bioraffinerie di 1a° categoria: queste imprese producono prodotti *biobased* partendo dal legno vergine. Solitamente sono associate a stabilimenti che producono fibre tradizionali come carta e cartone.
- Bioraffinerie di 2a° categoria: tali aziende utilizzano come materie prime la pasta vergine o le fibre riciclate per produrre prodotti *biobased*. Anche in questo caso, la bioraffineria viene associata ad un'industria che produce carta, cartone o tessuti.
- Bioraffinerie di 3a° categoria: è una categoria che studia nuove tipologie di metodi di separazione delle diverse componenti tramite trattamenti termochimici, meccanici e/o fisici (Cepi, 2020).

I prodotti realizzati dalle bioraffinerie si dividono in: composti, prodotti chimici, carburanti, alimenti e prodotti farmaceutici/cosmetici

Tra i composti vi sono:

- Nanofibre di cellulosa o cellulosa nanofibrata: si tratta di fibre nanometriche (5-20nm) con un elevato rapporto lunghezza/larghezza. Le fibrille vengono isolate da materiali vegetali e legnosi tramite dei trattamenti enzimatici ad alta pressione e temperatura. Presentano la proprietà della tixotropia: la proprietà di alcuni gel o fluidi di essere densi (viscoso) in condizioni normali ma di diventare meno viscoso se agitati.
- Biocomposti: materiali costituiti da due componenti con caratteristiche fisico-chimiche diverse che vengono combinati assieme. L'esempio principale è il polimero plastica legno
- *Kraft lignin*: consiste nella separazione della lignina, tramite acidificazione, dalla pasta di legno. Può essere utilizzata come combustibile al posto dei combustibili fossili, ma può sostituire i fenoli a base di petrolio utilizzati nelle resine per compensato e nel laminato (Cepi, 2020).

I prodotti chimici comprendono: adesivi, disinfettanti e detergenti, vernici e coloranti

- Dimetil-etere (DME) è un composto liquido velenoso volatile e incolore, utilizzato come solvente, combustibile, propellente e refrigerante

- Ligninsolfonati: sono polimeri polielettrolitici anionici idrosolubili. Possono essere utilizzati come mangimi per gli animali, pesticidi e tensioattivi.
- Tallolio: è un materiale che viene utilizzato in molti processi industriali. L'utilizzo di materie prime vegetali sostituisce l'impiego di componenti fossili durante le fasi di realizzazione del prodotto. Viene utilizzato, ad esempio, nelle vernici, nei rivestimenti e negli inchiostri da stampa. Il tallolio grezzo può anche essere raffinato in diesel e nafta tramite idrogenazione (Cepi, 2020).

La biomassa forestale è impiegata anche per la sintesi di alcuni gas utilizzati come combustibili per motori a combustione interna.

Gli alimenti e i mangimi che possono essere realizzati partendo dai prodotti forestali rientrano nelle categorie degli aromi, dei conservanti (carbossimetilcellulosa o gomma di cellulosa) e degli agenti stabilizzanti (cellulosa microcristallina) (Cepi, 2020).

Il settore farmaceutico e dei cosmetici valorizza componenti delle piante forestali (non solo il legno, ma anche corteccia, frutti, resina, ...) già conosciuti nel passato ma anche selezionati *ex novo* dalle attività di ricerca e sperimentazione.

Tra i prodotti più innovativi che si stanno diffondendo, o che si diffonderanno, sul mercato, vi sono: la schiuma di legno, le bioplastiche e le fibre tessili.

- **Schiuma di legno**

Si tratta di un prodotto innovativo, ancora in fase sperimentale. È una schiuma rigida, a base di cellulosa, caratterizzata da pori simili a quelli di una spugna. Può essere utilizzata come isolante acustico o termico, trovando applicazione negli imballaggi o nei prodotti che richiedono l'assorbimento di energia o di liquidi. (Verkerk, 2022).

La schiuma di legno è composta interamente da fibre di legno, provenienti sia da conifere che da latifoglie (Figura 15). Si estrae partendo da residui delle operazioni forestali, da piccoli tronchi, da alberi non commerciali e persino da rifiuti agricoli ricchi di cellulosa. Durante il processo di produzione, i trucioli di legno vengono ridotti in fibre mediante un processo termo-meccanico. Vengono poi poste in acqua, dove si crea una sospensione di fibre. La schiuma viene creata aggiungendo proteine. Si aggiunge perossido di idrogeno e aria, per aumentare le forze di coesione e il volume di schiuma (Verkerk, 2022).

Le schiume prodotte con fibre più lunghe (ad esempio, quelle di pino) hanno una maggiore resistenza alla trazione, rispetto a quelle prodotte con fibre più corte (ad esempio, faggio) (Verkerk, 2022).



Figura 15: Listello schiuma di legno

In Germania, si sta sviluppando un prodotto che combina la schiuma di legno con una sottile lastra di metallo. Questo permette di creare un prodotto con una maggior resistenza alla flessione. Un'altra possibilità è quella di combinare la schiuma di legno con il calcestruzzo, per creare un materiale resistente ma leggero (Verkerk, 2022). Il calcestruzzo è considerato un materiale ad alta intensità di gas serra, sostituirne parte di esso con la schiuma di legno, contribuirebbe a ridurre le emissioni complessive di CO₂ (Verkerk, 2022).

- **Bioplastiche**

Si ricavano partendo dalla polpa di cellulosa. Il processo di produzione si basa sulla conversione degli zuccheri presenti nel legno in glicole monoetilenico. È così possibile creare un film di bioplastica. Queste nuove bioplastiche provenienti da fonti forestali sono adatte sia per lo stampaggio a iniezione sia per la produzione di plastica dura o flessibile (Verkerk, 2022).

- **Fibre tessili**

Le fibre tessili a base di materiale legnoso comprendono, tra le altre, viscosa, acetato e lyocell. Il processo di produzione prevede la dissoluzione della pasta di legno e la sua filatura a umido. La pasta ottenuta viene sottoposta ad un processo di raffinazione per trasformarla in cellulosa microfibrillata. Le tecnologie più recenti si allontanano dall'uso di prodotti chimici aggressivi, optando per una combinazione di trattamenti meccanici, non nocivi e a basso consumo d'acqua (Verkerk, 2022).

Le nuove fibre a base di legno possono sostituire la viscosa e il cotone, a seconda del trattamento riservato alle fibre e delle esigenze dell'industria tessile. Si stima che, all'anno, vengano prodotti circa 67 milioni di tonnellate di fibre sintetiche. Il 35% dei rilasci globali di microplastiche nelle sorgenti d'acqua è attribuito all'uso e al lavaggio di tessuti sintetici. Pertanto, la loro sostituzione con opzioni più sostenibili contribuirebbe a ridurre l'inquinamento. Queste nuove fibre tessili possono essere riciclate utilizzando lo stesso processo di produzione (Verkerk, 2022).

Un altro prodotto forestale che può essere impiegato per la creazione di prodotti ad elevato valore aggiunto sono le resine. I derivati chimici della resina sono utilizzati nell'industria chimica e alimentare, come materia prima per prodotti quali disinfettanti, detergenti, vernici, adesivi e aromi. La maggior parte delle resine naturali commerciali proviene dai pini (Verkerk, 2022).

3.3.1 Le bioraffinerie *multi-feedstock*

Nell'ultimo periodo si sta sviluppando una nuova generazione di bioraffinerie: le *multi-feedstock*. Sono bioraffinerie che riescono a lavorare dalle 500 alle 20.000 tonnellate all'anno di biomassa. Il processo di lavorazione inizia con un pretrattamento della materia prima con acido fosforico che avviene in condizioni controllate di temperatura e pressione (Tamantinini *et al.*, 2021).

Grazie alla maggior versatilità e alla ridotta quantità di materia prima richiesta, questo tipo di bioraffinerie potrebbe essere adattata a territori con volumi limitati di materiale forestale. Inoltre, la minor quantità di biomassa necessaria, rende il processo di approvvigionamento meno complesso. Questo tipo di bioraffineria permette di cambiare il tipo di biomassa in entrata, adattandosi ad eventuali cambiamenti di produzione dovuti a interruzioni improvvise della catena di approvvigionamento che potrebbero verificarsi a causa di condizioni climatiche estreme e imprevedibili, come ad esempio come le tempeste di vento (Tamantinini *et al.*, 2021).

I residui delle operazioni di diradamento o disboscamento potrebbero trovare impiego nelle bioraffinerie. La biomassa comprenderebbe rami, cimali, cortecce e anche ceppaie. Questo materiale, se confrontato con la biomassa proveniente dall'industria di prima trasformazione, presenta un maggior contenuto di umidità (la bioraffineria

richiede un'umidità del 30-40%), legno di diverso tipo (legno giovane e di reazione) e molte impurità (foglie ed aghi). L'insieme di questi fattori influisce in modo significativo sul processo di trasformazione della biomassa e sull'efficienza dell'industria. Il legno proveniente dalle imprese di prima lavorazione potrebbe contenere additivi e adesivi, il che lo renderebbe inutilizzabile nelle bioraffinerie, consentendone quindi solo la trasformazione in pannelli di particelle (Tamantinini *et al.*, 2021).

Nella prospettiva di una bioraffineria "forestale", è importante prendere in considerazione la qualità della biomassa utilizzata. La qualità è influenzata dall'anatomia dell'albero, dall'età, dall'origine geografica e dal suo invecchiamento. La corteccia, ad esempio, non può essere utilizzata e deve essere separata dal legno. Può però essere utilizzata per la produzione di resine epossidiche, di adesivi e per l'estrazione dei tannini. La presenza di legno di reazione riduce la qualità della biomassa in quanto formato da una minor quantità di cellulosa e lignina. Nelle specie arboree in cui è presente un durame differenziato, la composizione chimica è modificata dagli estrattivi presenti nel durame. Il legno giovane ha un minor contenuto di cellulosa rispetto al legno maturo (Tamantinini *et al.*, 2021).

3.4 Le prospettive future per l'utilizzo della biomassa e della bioenergia

Dal 2000 ad oggi, l'uso della bioenergia all'interno dell'Unione Europea è aumentato del 150%, raggiungendo i 6 EJ/anno. L'energia ricavata dalla biomassa di origine forestale è pari a 4 EJ/anno. Entro il 2050, si stima che i consumi saliranno fino a 17-18 EJ/anno, con picchi fino a 25 EJ/anno in alcuni settori. I maggiori utilizzatori di bioenergia sono Germania, Francia, Italia, Svezia e Regno Unito. In termini pro capite, tuttavia, i Paesi nordici, baltici e l'Austria sono i maggiori utilizzatori (AA. VV., 2021).

Ai consumi sopra dichiarati, deve essere aggiunto 1,0 EJ di biomassa legnosa proveniente da tagli illegali.

Nel futuro, a causa delle molteplici richieste di biomassa per usi energetici e materiali, si assisterà ad una maggiore richiesta di prodotti forestali. È quindi fondamentale che la bioeconomia punti alla valorizzazione e all'utilizzo di residui o sottoprodotti di materiale forestale, al miglioramento del riciclo dei prodotti in legno, alla possibilità di un consumo più efficiente di legna da ardere (Verkerk, 2022).

A livello europeo, l'offerta e la domanda di biomassa sono in equilibrio, si registrano solo piccole importazioni. In prospettiva però di un forte aumento della domanda, risulta difficile ipotizzare un parallelo aumento dell'offerta. Le politiche europee mirano a preservare la biodiversità, a limitare gli effetti della CO₂ derivanti dalla produzione di biomassa e a mitigare gli impatti ambientali come l'inquinamento da nitrati. Le produzioni di biomassa devono essere ridimensionate a 1-3 EJ/anno rispetto agli 8 EJ/anno richiesti dalle imprese. L'incertezza sugli andamenti del mercato e sull'evoluzione dei sistemi naturali in un periodo di forte cambiamento climatico, rende necessario il raggiungimento di un compromesso tra l'aumento dell'offerta e il corretto perseguimento degli obiettivi di sostenibilità e di biodiversità (AA.VV., 2021).

Per questi motivi, nei prossimi anni, si osserverà una forte concorrenza per l'accesso alle risorse forestali. I conseguenti aumenti di prezzo influiranno sulla fattibilità economica dell'utilizzo di questa risorsa (Lundmark *et al.*, 2024).

L'aumento di domanda potrebbe portare, nelle regioni maggiormente vocate alla selvicoltura produttiva, all'esaurimento della biomassa locale e ad un forte aumento dei prezzi. Affinché sia possibile parlare di un commercio inter-regionale della biomassa, sarà necessario migliorare le vie di comunicazione e creare degli accordi di cooperazione internazionale che agevolino gli scambi (Lundmark *et al.*, 2024).

L'incremento della domanda di biomassa, sta influenzando anche il mercato del legname tondo. Si stima che i prezzi dell'assortimento normale saliranno dal 5 al 25%. Mentre, gli assortimenti di minor pregio e valore, potrebbero subire incrementi anche del 100% (Lundmark *et al.*, 2024). L'incremento dei consumi di biomassa ad uso energetico si rifletterebbe anche sul mercato della pasta da legno e della carta, generando un notevole aumento dei costi delle materie prime.

Tra le cause principali della perdita di biodiversità vi è il cambiamento dell'uso del suolo come risultato di un'agricoltura e di una silvicoltura intensiva.

Le risposte politiche per mitigare l'impatto antropico sull'ecosistema, influenzano direttamente la potenziale fornitura di biomassa (Lundmark *et al.*, 2024). Un'eccessiva produzione comporterebbe un aumento del rilascio di CO₂ in atmosfera, una riduzione

di carbonio stoccato nel suolo e, in alcuni casi, potrebbe incentivare la forestazione (AA.VV., 2021).

In un'ottica di incrementare le superficie destinate alla produzione di biomassa, per far fronte alle richieste del mercato, è necessario confrontarsi con le superficie realmente disponibili. Molte aree potenzialmente utilizzabili sono utilizzate per scopi agricoli o vincolate per fini conservazionistici (AA.VV., 2021).

Gli studi esistenti propongono scenari molto diversi tra loro a causa della variabilità dei fattori sopra citati. La maggior parte concorda nell'affermare che un aumento significativo dell'offerta di biomassa forestale proveniente dall'Unione Europea andrebbe a ridurre il *sink* di carbonio delle foreste, andando anche a creare degli scompensi legati alla corretta mitigazione del clima (AA.VV., 2021).

Ad oggi, il prezzo medio biomassa ad uso energetico si aggira attorno ai 10-12 €/GJ. Affinché possa essere competitiva, il prezzo medio dovrebbe essere di 6-8 €/GJ (AA.VV., 2021). L'utilizzo della biomassa per la produzione di grandi quantità di energia fatica quindi ad essere economicamente vantaggioso.

Una soluzione potrebbe essere l'utilizzo di residui o rifiuti a basso costo che non potrebbero essere utilizzati altrove, come ad esempio accade nell'industria della pasta da legno e della carta. Un'altra opzione per poter utilizzare le biomasse è quella di sviluppare un sistema ibrido, utilizzando la componente biologica nei periodi in cui i prezzi dell'elettricità siano particolarmente elevati. (AA.VV., 2021)

Per valutare il contributo che una bioraffineria apporterebbe alla filiera del legno a livello regionale o macroregionale è necessario definire la quantità di biomassa forestale disponibile. I dati che si hanno in questo settore sono scarsi e incompleti. Le regioni in cui si ha la maggior produzione di biomassa sono Trentino – Alto Adige, Toscana, Liguria e Piemonte. Basandosi sul TUFF, è possibile ottenere dati e informazioni sulla composizione delle specie arboree presenti nei vari territori e quindi sul contenuto di lignina e cellulosa. Una stima più accurata delle materie prime e della biomassa disponibile, deriverebbe dai piani di gestione forestale. Però, solamente le Province Autonome di Trento e Bolzano dispongono di questo strumento di conoscenza capillare del territorio (Tamantinini et al., 2021).

Su scala nazionale, gli unici dati disponibili provengono dal "Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia" (R.A.F.) che stima in circa 1M m³ la produzione di cippato annua. Questo dato però è molto incerto ed è sicuramente sottostimato. Per garantire una maggior forza e un maggior valore alla filiera forestale italiana, sarà necessaria una sua totale riprogrammazione, puntando sulla realizzazione di prodotti con un alto valore aggiunto e destinando i residui di lavorazione alle bioraffinerie (Tamantinini *et al.*, 2021).

4. FONTI E METODOLOGIA D'INDAGINE

4.1 Incidenza degli assortimenti forestali di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo

Per capire l'importanza che gli assortimenti legnosi hanno all'interno della filiera foresta – legno, si è deciso di partire dall'analisi dei lotti boschivi. In particolare, si è cercato di capire l'importanza che questa tipologia di assortimento riveste all'interno dei progetti di taglio. Si è andati ad analizzare il volume complessivo degli assortimenti legnosi di diametro pari, o inferiore, a 25 cm, rispetto al volume totale del lotto. Inoltre, si è studiato se tale legname provenisse solamente da piante di piccolo diametro o se fosse possibile ricavarlo anche dalle parti apicali di piante con diametro medio – grande.

L'aspetto più critico relativo a questa parte d'indagine è legato alla raccolta dei dati. La specificità delle informazioni necessarie per realizzare questo studio non ha permesso di utilizzare solamente le informazioni presenti nei progetti di taglio o sul Portale del Legno Trentino. Ci si è avvalsi del supporto della Magnifica Comunità di Fiemme (M.C.F.) e in particolar modo del Dottore Forestale Andrea Bertagnolli. La M.C.F. richiede, per ogni lotto venduto, l'assortimentazione completa ricavata. La problematicità sta nel fatto che non tutte le cataste vendute a strada sono costituite da legname proveniente dallo stesso lotto boschivo. Questo ha reso impossibile l'utilizzo di molti dati, in quanto non si sarebbe riusciti a risalire all'esatta composizione del lotto originale. Si è reso necessario effettuare un'ulteriore selezione, in modo tale da lavorare solamente su lotti boschivi di cui si è in grado di ricostruire completamente la loro struttura iniziale. Il risultato di questa elaborazione ha portato all'estrazione di 7 cantieri divisi in tre categorie: pecceta coetaniforme adulta, pecceta coetaniforme matura e pecceta disomogenea.

Vista la situazione dell'emergenza bostrico in Val di Fiemme, tutti i lotti considerati fanno riferimento a popolamenti bostricati. I dati analizzati presentano un'incertezza dovuta proprio all'infestazione. Infatti, le piante bostricate sono più sensibili a schianti e rotture, specialmente durante le fasi di taglio e abbattimento. Le parti che più risentono di quest'ultima criticità sono i cimali e le altre parti più fini della pianta. Spesso, i cimali danneggiati sono oggetto di cippatura e quindi non vengono nemmeno

portati in piazzale. L'indagine quindi, probabilmente, va a sottostimare la percentuale di assortimenti di piccolo diametro presente nei lotti.

Una volta estratti i dati relativi ai cantieri in esame, si è andati a studiare la percentuale, sul volume complessivo ricavato, di assortimenti di piccolo diametro.

Partendo dai piedilista di martellata, si è poi andati a vedere se gli assortimenti di piccolo diametro provenissero, principalmente, da piante con diametro minore o se fosse possibile ottenerli anche da piante appartenenti a classi diametriche superiori.

Una volta effettuata quest'analisi, si è andati ad osservare un altro aspetto inerente ai progetti di taglio e ai lotti boschivi: la variazione del diametro minimo di misurazione dal 2017 ad oggi.

Per fare ciò si sono utilizzati i dati presenti sul Portale del Legno Trentino. Nello specifico, si è andati ad analizzare i capitolati d'oneri particolari dei lotti pubblicati sul portale dal 2017 al 2023. Dal momento che il capitolato d'oneri particolare viene redatto dal proprietario forestale, ogni proprietario può scegliere quali informazioni inserire. Non tutti i lotti presenti sul portale presentano la voce riferita al diametro minimo di misurazione. A questo si aggiunge il fatto che la tradizione forestale delle Valli di Fiemme e Fassa vuole che il legname venga venduto a strada. Per tutti questi annunci, non è stato possibile risalire al diametro minimo di misurazione.

Dove possibile, si è cercato di selezionare un capitolato per proprietario forestale per anno. Questo per evitare che i valori presentati si ripresentassero più volte. Si è deciso di selezionare solamente le aste pubblicate da proprietari interessati dalla tempesta Vaia e/o dall'emergenza bostrico. I progetti selezionati riguardano esclusivamente quelli con causale "legname da schianti" e "legname con danni da bostrico".

Dai dati utilizzabili, si sono estrapolati circa 10 capitolati per ogni anno. I dati sono stati suddivisi in 4 periodi temporali:

- 2017 – 2018 (Pre Vaia)
- 2018 (post Vaia) – 2019
- 2020 – 2021
- 2022 – 2023

Infine, partendo dai dati relativi ai progetti di taglio disponibili sul *software* S.I.G.F.A.T. (Sistema Informativo Gestione Forestale Aziendale Trentino), si è andati a definire il valore economico della paleria. Elaborando i progetti di taglio, è stato possibile

studiare solamente l'aliquota di piccoli diametri retraibili da piante con diametro rientrante nelle classi diametriche tra la 0 e la 2. Restano quindi esclusi gli assortimenti retratti dai cimali delle piante con maggior diametro.

L'analisi si concentra sugli ultimi 10 anni (2014 – 2023).

Per prima cosa è stato estratto il volume totale di piante misurate durante il corso di ogni anno solare, dopodiché è stato ricavato il volume delle piante con diametro D.P.U. pari o inferiore a 25 cm. Si è calcolata, conseguentemente, la percentuale di quest'aliquota sul totale.

Infine, moltiplicando il valore reale al metro cubo della paleria per i volumi definiti, si è calcolato il valore di tale materiale.

4.2 Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle utilizzazioni forestali

La seconda parte dell'indagine ha coinvolto le imprese di utilizzazione forestale locali. Anche in questo caso si è impiegato un questionario che permettesse di approfondire l'utilizzazione degli assortimenti di piccolo diametro e la volontà delle imprese boschive di lavorare questo materiale.

Il questionario è stato sottoposto mediante chiamate telefoniche. La scelta di utilizzare questa metodologia di intervista è dovuta principalmente sia alla dislocazione territoriale delle imprese sia agli impegni delle stesse.

Dal momento che non ci sono imprese boschive specializzate nell'utilizzazione di piccoli diametri, si è deciso di concentrare l'indagine alle imprese locali maggiormente strutturate e che potessero fornire dati precisi sui costi e sulle difficoltà che si hanno nella lavorazione degli assortimenti meno pregiati.

Tutte le imprese tagliano piante di piccolo diametro durante le loro utilizzazioni, in quanto queste sono normalmente presenti in tutti i boschi.

Si sono scelte 14 imprese, dislocate su tutto il territorio provinciale. Si è scelto di intervistare aziende provenienti da tutte le vallate trentine per osservare se ci fossero percezioni diverse sulla situazione attuale e sugli sviluppi aziendali futuri.

Il questionario è stato suddiviso in 6 sezioni. Le prime due sezioni sono dedicate all'anagrafica aziendale e ai dati aziendali generali, nome del titolare e ragione sociale e indirizzo mail aziendale. Si è poi analizzata la struttura dell'organico aziendale, le

attività prevalenti svolti dall'impresa e i mesi dedicati alle utilizzazioni forestali e ai servizi silvo-pastorali.

Nella terza sezione si sono approfondite le caratteristiche produttive dell'azienda, le certificazioni a cui aderisce, il volume lavorato annualmente, l'assortimentazione che viene effettuata e la percentuale di piccoli diametri lavorati nonché la loro destinazione commerciale prevalente. Si è posta l'attenzione anche sulle utilizzazioni effettuate, se queste vengono svolte con mezzi propri o se ci si affida a ditte esterne. È stato poi chiesto se i lotti boschivi derivano dall'aggiudicazione di aste pubbliche o da lavori in conto fatturazione.

La quarta sezione è dedicata alle attrezzature e ai macchinari per i lavori forestali. Una volta definito il sistema di meccanizzazione utilizzato dall'impresa, si è andati a calcolare i costi sostenuti per l'abbattimento, l'esbosco e l'allestimento del materiale legnoso. Dal momento che ogni cantiere forestale presenta una serie molto ampia di variabili, è stato chiesto di fare una media dei singoli valori. Si sono poi analizzate le variazioni di prezzo che si avrebbero lavorando assortimenti normali o assortimenti di piccolo diametro. Infine si è chiesto quanto, secondo l'esperienza della ditta, potesse costare un diradamento, ovvero un cantiere potenziale caratterizzata esclusivamente da assortimenti di piccolo diametro.

La quinta sezione è incentrata sulle prospettive di sviluppo aziendale dei prossimi 5 anni. È stato chiesto se l'impresa fosse intenzionata ad incrementare il numero di lotti caratterizzati da un'elevata percentuale di piccoli diametri e se avesse in progetto di investire in macchinari specifici per l'utilizzazione degli stessi.

Infine, nella sesta sezione, le considerazioni finali, ha permesso all'intervistato di esprimere valutazioni sulla situazione attuale e futura, esponendo le proprie criticità, problematicità e perplessità.

Il questionario è disponibile in allegato alla tesi

4.3 Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle prime lavorazioni

La prima parte dell'indagine è stata caratterizzata dall'analisi del comparto delle imprese di prima lavorazione del legno che, attualmente, si dedicano alla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro.

Per capire come il settore lavori e valorizzi questi assortimenti, si è deciso di realizzare un questionario da sottoporre alle imprese.

Le segherie da intervistare sono state selezionate basandosi sui dati raccolti nel 2021 con l'Indagine sulla filiera trentina foreste-legno-energia (Imperiali, 2022). Tale indagine si poneva l'obiettivo primario di analizzare il settore della prima lavorazione del legno, al fine di valutarne l'evoluzione e di definirne le possibili nuove strategie per promuovere e valorizzare il settore legno in Provincia. Il lavoro del 2021 ha ricalcato, in buona parte, quello già impostato nel 2017 da Delpero e Tell (Indagine sulle caratteristiche del comparto della prima lavorazione del legno in Provincia di Trento). La ragione di ripetere periodicamente queste interviste è dovuta alla necessità di avere dati confrontabili al fine di studiare l'evoluzione del settore.

Con il questionario del 2021, tra le varie domande, si è andati a chiedere quale fosse il range diametrico lavorabile dalle segherie. Si sono selezionate le aziende in grado di lavorare diametri sotto i 25 cm. Delle 115 imprese precedentemente intervistate, 15 hanno dichiarato di poter utilizzare assortimenti di piccoli diametri.

C'è da sottolineare come, nel lavoro del 2021, si sia andati a considerare anche le imprese che si occupavano solamente di assemblaggio e di altre lavorazioni. Si tratta di imprese che non svolgono attività di segazione, ma che effettuano lavorazione dei semilavorati e vendita di altri prodotti che non possono essere classificati come finiti (es: pannelli CLT, perlinati e profilati). In questa categoria ricadono le aziende dotate di macchine a controllo numerico per la lavorazione della travatura o aziende che acquistano segati trasformandoli in piallati e semilavorati per altre destinazioni d'uso (Imperiali, 2022). Questa tipologia di imprese, non lavorando direttamente il tondo, non è stata considerata all'interno dell'indagine. Dal 2021 ad oggi non si registrano ulteriori, significative, novità all'interno del contesto trentino circa la prima lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro.

Tra le imprese a cui è stato sottoposto il questionario, solamente 4 realtà lavoravano in maniera preponderante il legname di piccolo diametro. Le altre invece, utilizzavano questi assortimenti saltuariamente. La restante parte delle imprese trentine, destina gli assortimenti di piccolo diametro ad altre filiere, come quella energetica.

Questo lavoro è un primo studio sulla lavorazione degli assortimenti legnosi di piccolo diametro, assume una significatività statistica per il settore delle prime lavorazioni in quanto va ad intercettare tutte le realtà che se ne occupano.

Il questionario che è stato realizzato è strutturato in 9 sezioni. Le prime due sezioni sono focalizzate sui dati aziendali e sulla struttura dell'organico. Si è andati a definire le ore lavorate durante l'anno, le ore dedicate alla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro e il numero di addetti che si occupa di seguire questa linea.

Nella terza sezione si sono analizzate le capacità produttive dell'azienda, le specie legnose maggiormente lavorate e le certificazioni di qualità a cui aderisce.

La quarta e quinta sezione sono dedicate all'approvvigionamento della materia prima e alle caratteristiche della produzione aziendale. Si è chiesto se venissero effettuati acquisti di assortimenti di piccolo diametro e con quale metodo venissero effettuati.

In quest'ultimo caso, dividendo gli acquisti del legname tondo da quello di piccolo diametro. Dopodiché è stata approfondita la tematica legata alla produzione, andando a definire i prodotti realizzati, le rese di segazione, il reimpiego di tali prodotti ottenuti e i loro mercati di vendita. Si è poi approfondito l'argomento legato alle differenze tra i costi di lavorazione dell'assortimento normale e dell'assortimento di piccolo diametro.

Il sesto capitolo è dedicato allo sviluppo aziendale futuro, focalizzandosi sulla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro. È stato chiesto se l'azienda avesse intenzione di investire in impianti e macchinari e in personale per la lavorazione dei piccoli diametri. È stato poi domandato se prevedesse la realizzazione di nuovi prodotti a partire da questi assortimenti.

La settima sezione è dedicata alla produzione e all'utilizzazione dei cascami e degli scarti di lavorazione. Si è approfondita la loro lavorazione, l'eventuale reimpiego in azienda e, in caso di vendita, i mercati a cui sono maggiormente destinati.

Nell'ottava sezione si è andati ad esaminare le linee di segazione presenti all'interno dell'azienda e, eventualmente, le altre linee presenti per un'ulteriore lavorazione del semilavorato.

La nona sezione è dedicata alle osservazioni e commenti finali.

Il questionario è disponibile in allegato

5. RISULTATI E DISCUSSIONE

5.1 Incidenza degli assortimenti forestali di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo

Partendo dai 7 casi studio, è stata analizzata la percentuale di assortimenti di piccolo diametro retratto e da quale parte del tronco fosse possibile retrarre tale materiale. Considerando la totalità dei progetti di taglio redatti all'interno della Provincia Autonoma di Trento, è stata definita la variazione del diametro minimo di misurazione nell'ultimo quinquennio, la serie storica dei prezzi di vendita a strada della paleria e del tronco da sega ed è un possibile valore economico degli assortimenti di piccolo diametro.

5.1.1 Analisi delle percentuali di assortimenti di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo

Come già accennato, grazie alla collaborazione del dottor Andrea Bertagnolli e dell'Ufficio Contabilità della Magnifica Comunità di Fiemme, si sono potuti analizzare 7 lotti boschivi. Si tratta di peccete governate a fustaia ma con strutture diverse e che, nel tempo, sono state sottoposte a trattamenti selvicolturali differenti. Da questi lotti è stato possibile ottenere la classificazione di tutti gli assortimenti retratti.

I progetti di taglio, redatti nel 2023, fanno riferimento a boschi interessati dall'epidemia di bostrico tipografo. Si tratta quindi di interventi a taglio raso o tagli di sgombero a carico delle piante attaccate dallo scolitide.

Viste la celerità di diffusione del coleottero e l'esigenza di esboscare elevati volumi di materiale in poco tempo, i tecnici della M.C.F, oltre al classico rilievo diametrico con cavalletto forestale, hanno deciso di determinare il volume di alcuni lotti mediante una stima basata sulla superficie del lotto e sulla provvigione fornita grazie alla pianificazione aziendale. Indipendentemente dal tipo di stima effettuata, una volta concluse le operazioni di utilizzazione ed esbosco, è stata effettuata una misurazione a piazzale dei singoli pezzi per la realizzazione delle cataste e la loro vendita.

Successivamente alla vendita, la M.C.F. richiede ai propri acquirenti di fornire i dati relativi al diametro di tutti gli assortimenti facenti parte delle cataste acquistate. La difficoltà nel reperire i dati è dovuta al fatto che, la maggior parte delle cataste

vendute, sono formate da materiale proveniente da lotti diversi. In questi casi, diventa impossibile differenziare il materiale per singoli cantieri e lotti di provenienza.

Per questo lavoro di tesi si è considerato l'assortimento di piccolo diametro come quello con diametro inferiore a 25 cm. Da quanto emerso dai questionari effettuati alle imprese di utilizzazione forestale e alle imprese di prima lavorazione, in alcuni casi, rientrano nella categoria dei piccoli diametri anche i tronchi di diametro fino ai 30 cm. Per questo motivo, l'elaborazione dati ha considerato entrambi gli scenari.

Di seguito vengono riportate le tipologie di lotto analizzate, specificandone la formazione, il tipo di trattamento selvicolturale eseguito fino a quel momento e la struttura del popolamento (tabella 13). Si sono andati ad analizzare 7 diversi lotti. Di questi, 2 erano provenienti da un popolamento maturo, 1 da un popolamento adulto-maturo, 4 da un popolamento maturo. In quest'ultima categoria, è presente un popolamento trattato fino a quel momento come una pecceta disomogenea.

Tabella 13: Lotti analizzati

Nome lotto	Formazione	Trattamento	Struttura
Briglie orti	Pecceta montana	Taglio successivo perfezionato	Adulto
Costa alberi	Pecceta montana	Taglio successivo perfezionato	Adulto
Piazza castigo	Pecceta montana	Taglio successivo perfezionato	Adulto/Maturo
Tornanti vasche	Pecceta montana	Taglio successivo perfezionato	Maturo
Vecchia Sadole	Pecceta montana	Taglio successivo perfezionato	Maturo
Boschi Ciadinon	Pecceta montana	Taglio di curazione	Maturo
Rio Valon	Pecceta montana	Taglio successivo perfezionato	Maturo

Per quanto riguarda i trattamenti applicati alle fustaie, quello maggiormente applicato è il taglio successivo perfezionato. Questo trattamento, applicato alle fustaie con struttura articolata, è tra i più diffusi nelle peccete trentine. Il taglio successivo perfezionato consiste nella combinazione, sulla medesima superficie ed in modo localizzato, di tagli di curazione e di diradi selettivi, con funzione di preparazione o di

sementazione, abbinati localmente a tagli di sgombero e a tagli a buca o a fessura (D.P.P. 14 aprile 2011, n. 8-66/Leg).

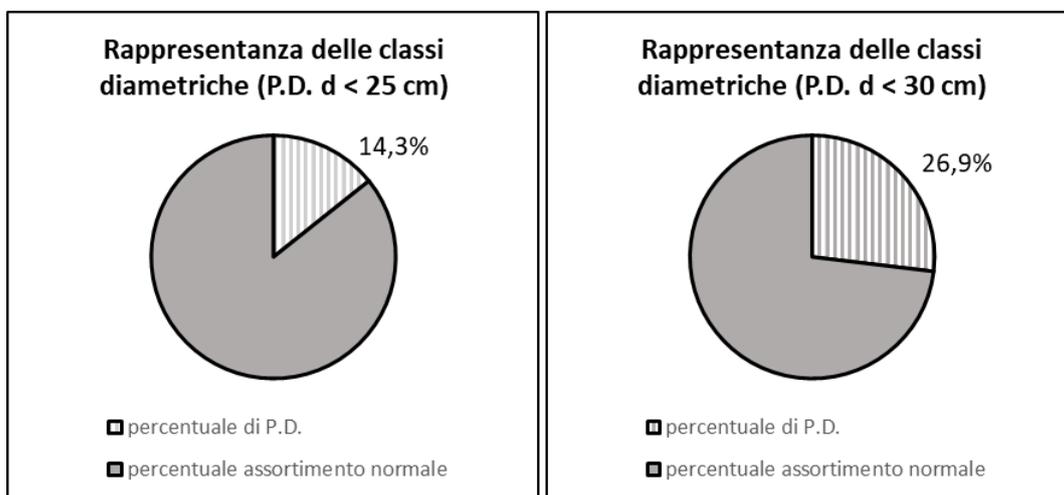
Il taglio di curazione viene applicato alle fustaie multiplane o disetanee. Questo trattamento garantisce la rinnovazione continua del bosco nell'ambito di una copertura permanente ed il massimo volume legnoso compatibile con la permanenza di una struttura complessa. Il prelievo è praticato contemporaneamente su soggetti maturi, soprannumerari e difettosi. L'intensità di prelievo varia in funzione dell'incremento legnoso e del periodo di curazione o tempo di ritorno. In base alla fisionomia del popolamento, il taglio di curazione prevede l'asportazione di alberi singoli, a gruppi o in modo combinato (D.P.P. 14 aprile 2011, n. 8-66/Leg).

Per ogni lotto analizzato, si è andati a definire la percentuale di assortimenti di piccolo diametro retratti.

- **BRIGLIE ORTI – ADULTO**

Tabella 14: Lotto Briglie orti

Nome lotto	BRIGLIE ORTI
Formazione	PECCEA MONTANA
Trattamento	TAGLIO SUCCESSIVO PERFEZIONATO
Struttura	ADULTO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	3,0%
20-24	11,3%
25-29	12,6%
30-39	37,6%
40-50	24,4%
>50	11,1%

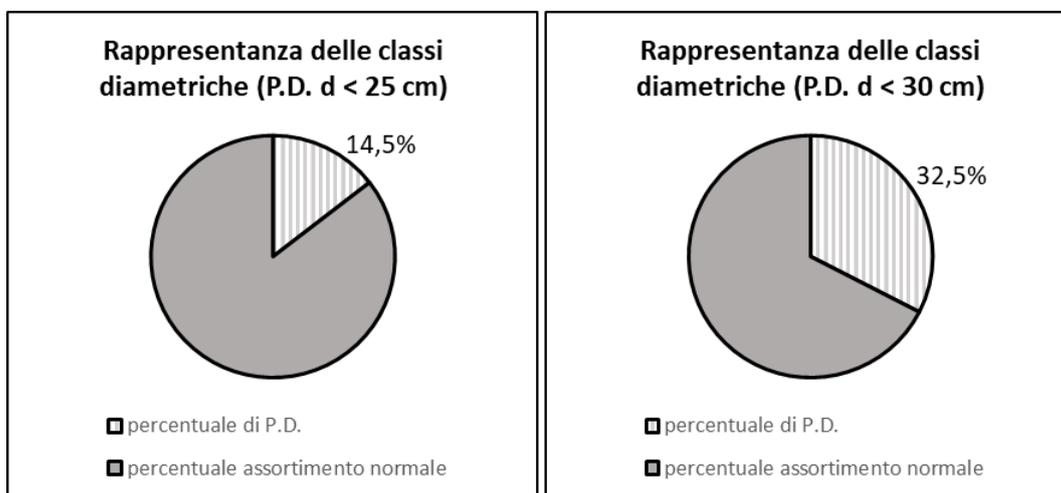


Il primo lotto analizzato è proveniente da una pecceta adulta. Come si osserva dalla tabella 14, considerando l'assortimento di piccolo diametro come quello con diametro inferiore a 25 cm, la percentuale retraibile di questi assortimenti è del 14,3%. Considerando invece la soglia dei 30 cm, la percentuale sale 26,9%.

- COSTA ALBERI – ADULTO**

Tabella 15: Lotto Costa alberi

Nome lotto	COSTA ALBERI
Formazione	PECCEA MONTANA
Trattamento	TAGLIO SUCCESSIVO PERFEZIONATO
Struttura	ADULTO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	4,1%
20-24	10,4%
25-29	18,0%
30-39	29,2%
40-50	22,7%
>50	15,6%



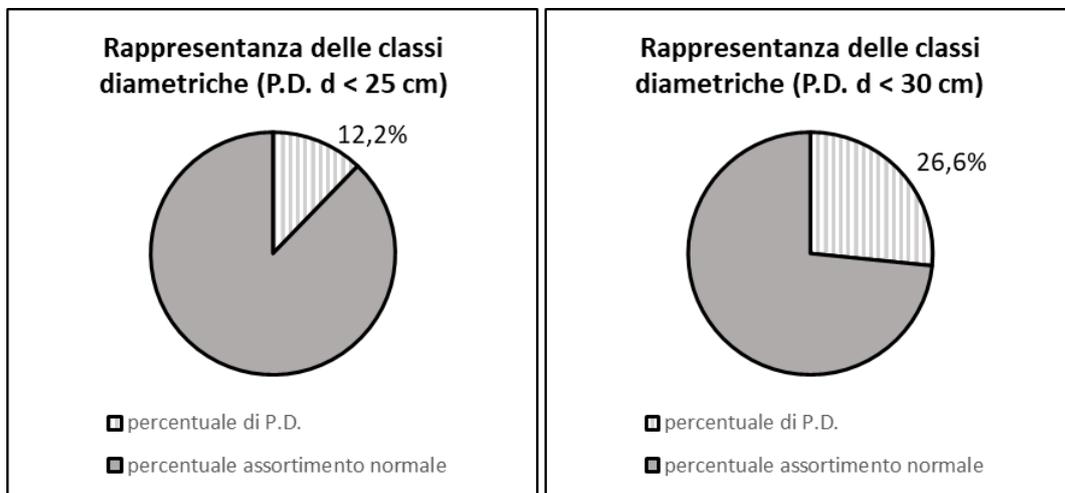
Anche nella seconda fustaia adulta analizzata (Tabella 15) si può notare come le percentuali risultanti siano in linea con quelle del caso “Briglie orti”. La percentuale di assortimenti con diametro inferiore ai 25 cm corrisponde al 14,5%, mentre, considerando le classi fino ai 30 cm, si ottiene il 32,5%.

- PIAZZA CASTIGO – ADULTO/MATURO**

Il Cantiere “Piazza Castigo” è stato realizzato in una pecceta in uno stadio intermedio tra l’adulto e il maturo (Tabella 16) Considerando gli assortimenti retratti con diametro inferiore ai 25 cm, si ottiene un valore del 12,2%. Ampliando la classe fino ai 30cm, la percentuale sale fino al 26,6.

Tabella 16: Lotto Piazza castigo

Nome lotto	PIAZZA CASTIGO
Formazione	PECCEA MONTANA
Trattamento	TAGLIO SUCCESSIVO PERFEZIONATO
Struttura	ADULTO/MATURO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	3,0%
20-24	9,2%
25-29	14,4%
30-39	28,2%
40-50	27,4%
>50	17,8%



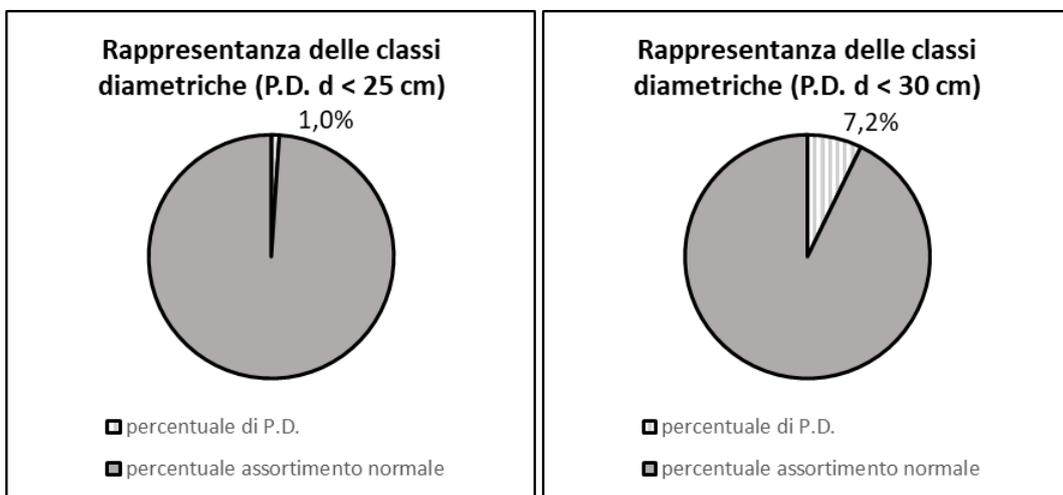
• **TORNANTI VASCHE – MATURO**

Nel lotto “Tornanti Vasche” non si registrano assortimenti retratti con diametro inferiore ai 19 cm e, quelli prodotti fino ai 25 cm, rappresentano solamente l’1,04% (Tabella 17). Questo lotto, in proporzione maggiore rispetto agli altri analizzati, risente delle rotture nella parte apicale delle piante attaccate dallo scoltide. Questa parte del fusto, essendo fortemente soggetta a rotture durante le fasi di abbattimento, viene destinata alla sola valorizzazione energetica.

Bisogna considerare che, in una fustaia matura, le piante con diametro a petto d’uomo inferiore ai 25/30 cm rappresentano, un’aliquota piuttosto ridotta. Inoltre, le piante con diametro a 1,30 m rientranti nelle classi più basse, non sono particolarmente soggette all’attacco del bostrico e quindi non vengono normalmente assegnate.

Tabella 17: Lotto Tornanti vasche

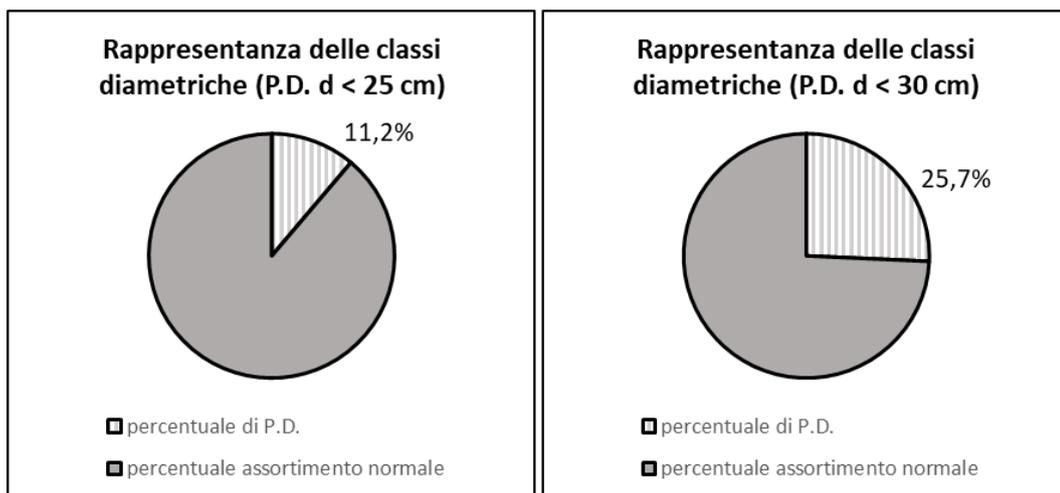
Nome lotto	TORNANTI VASCHE
Formazione	PECCEA MONTANA
Trattamento	TAGLIO SUCCESSIVO PERFEZIONATO
Struttura	MATURO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	0,0%
20-24	1,0%
25-29	6,1%
30-39	27,4%
40-50	44,6%
>50	20,9%



- **VECCHIA SADOLE – MATURO**

- *Tabella 18: Lotto Vecchia Sadole*

Nome lotto	VECCHIA SADOLE
Formazione	PECCEA MONTANA
Trattamento	TAGLIO SUCCESSIVO PERFEZIONATO
Struttura	MATURO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	3,8%
20-24	7,4%
25-29	14,6%
30-39	38,0%
40-50	10,0%
>50	26,2%



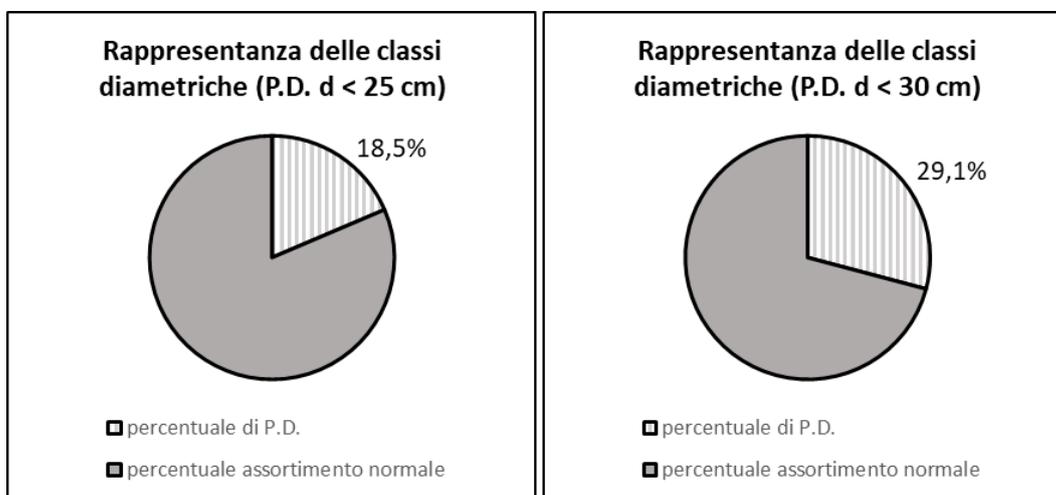
All'interno di un bosco maturo, come nel caso del lotto "Vecchia Sadole", si osserva come la percentuale di assortimenti con diametro minore di 25 cm sia del 11,17%, mentre considerando anche la classe successiva, i valori salgono fino al 25,72% (Tabella 18).

- **BOSCHI CIADINON – DISOMOGENEO/MATURO**

Il lotto “Boschi Ciadinon” proviene da un bosco sperimentale in cui si è cercato di realizzare una fustaia disomogenea/disetanea. In questo caso, le percentuali di assortimenti con diametro rientrante nelle prime due classi è del 18,5%, mentre gli assortimenti retratti con diametro inferiore a 30 cm raggiungono quasi il 30% del totale (29,1%) (Tabella 19).

Tabella 19: Lotto Boschi Ciadinon

Nome lotto	BOSCHI CIADINON
Formazione	PECCEETA MONTANA
Trattamento	TAGLIO DI CURAZIONE
Struttura	MATURO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	6,6%
20-24	11,9%
25-29	10,6%
30-39	31,6%
40-50	26,9%
>50	12,4%

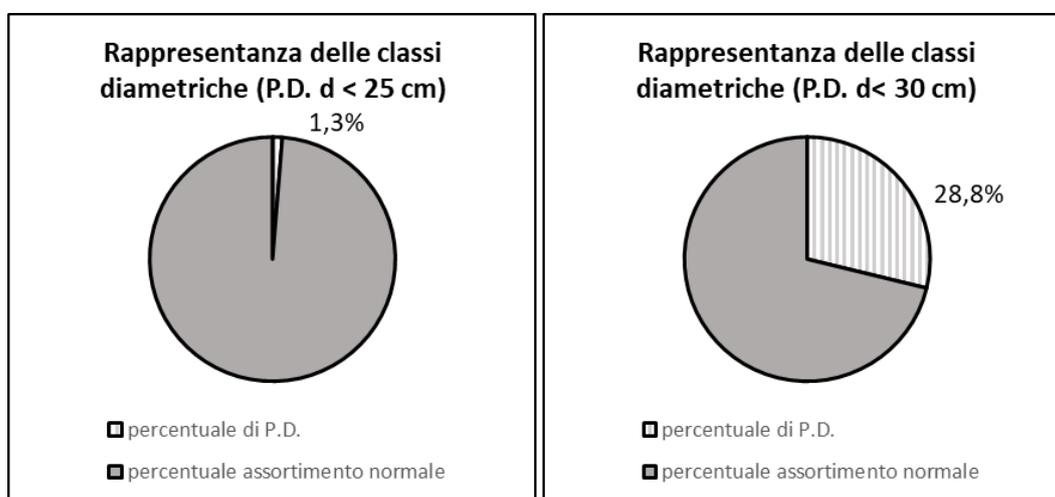


- **RIO VALON – MATURO**

Nel lotto “Rio Valon”, vista la scarsa qualità del materiale legnoso, si è deciso di cippare tutti gli assortimenti con diametro inferiore ai 20 cm. Ciononostante, la classe dai 20 – 24 cm e quella dai 25 – 29 cm rappresentano il 28,82% dei prodotti retratti (Tabella 20).

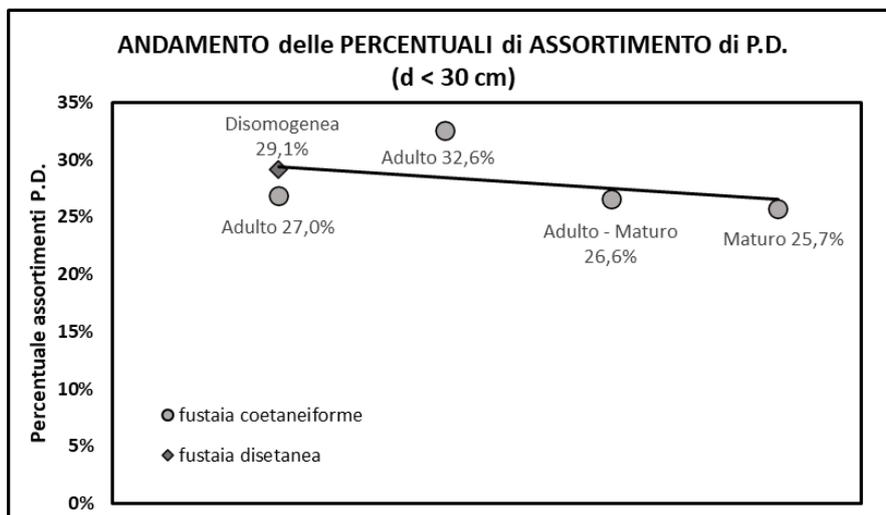
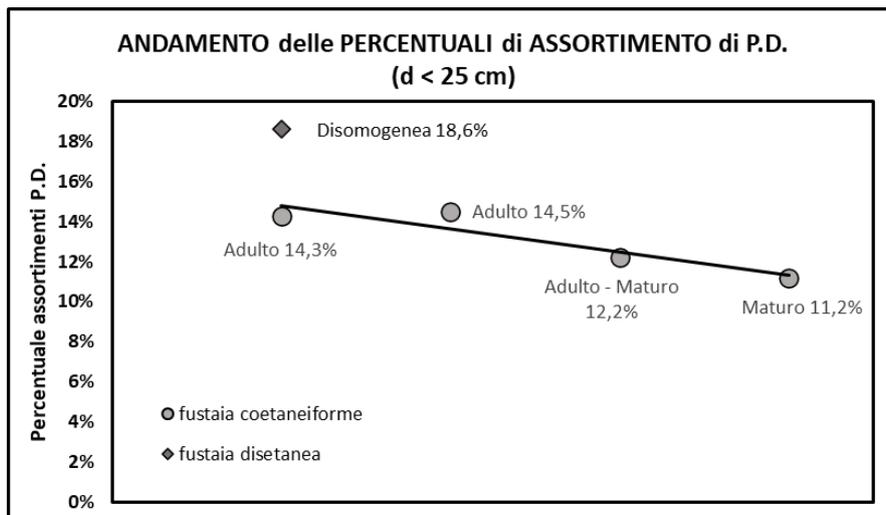
Tabella 20: Lotto Rio Valon

Nome lotto	RIO VALON
Formazione	PECCEA MONTANA
Trattamento	TAGLIO SUCCESSIVO PERFEZIONATO
Struttura	MATURO
Rappresentanza delle classi diametriche sul volume totale	
Classi diametriche	Percentuale sul volume totale
13-19	0,0%
20-24	1,3%
25-29	27,5%
30-39	23,7%
40-50	28,4%
>50	19,0%



L'analisi dei dati consente di osservare come, con l'aumentare dell'età del popolamento, la percentuale di assortimenti di piccolo diametro retraibili, tende a diminuire. La situazione straordinaria che si sta affrontando, ha ridotto fortemente la qualità degli assortimenti retraibili, colpendo soprattutto i popolamenti maturi (più suscettibili al bostrico e allo stress). Su due lotti analizzati (Tornanti vasche e Rio Valon) la quasi totalità dei piccoli diametri non è stata lavorata, oppure è stata destinata alla filiera energetica (produzione di cippato). Per questo motivo, tali lotti, non vengono riportati all'interno della Tabella 21.

Tabella 21: Andamento delle percentuali di assortimento di piccolo diametro nei lotti boschivi



Per i lotti adulti analizzati, la percentuale di assortimenti di piccolo diametro si attesta su percentuali superiori al 14%, raggiunge il 30% se si considera la classe più ampia. L'elevata percentuale è da attribuire all'elevato numero di piante di piccolo diametro presenti in un popolamento relativamente giovane.

Sui lotti con una struttura in transizione tra l'adulto e il maturo o già maturi, la percentuale di assortimenti di piccolo diametro cala solamente di pochi punti percentuali (media di 11-12%). Ampliando la classe fino ad un diametro di 30 cm, le percentuali salgono fino al 26%.

Ampliando il *range* diametrico considerato, si nota che i volumi considerati vengono raddoppiati.

Per l'unico caso di popolamento disomogeneo che si è potuto analizzare, le percentuali sono superiori a quelle di qualsiasi popolamento coetaneiforme preso in considerazione (19%). Ampliando la classe diametrica, il dato è paragonabile a quello dei popolamenti maturi (29%). La differenza tra i due valori, < 25 cm e < 30 cm, non è più del doppio, bensì del 50%. Questo è da attribuire all'elevata variabilità diametrica che si riscontra in un popolamento disomogeneo e ancor più in uno disetaneo. Dal momento che, la lunghezza del periodo di curazione coincide con la durata del turno delle fustaie coetanee, la maggior variabilità diametrica di un popolamento disomogeneo influenza maggiormente le classi diametriche inferiori, garantendo un'aliquota di assortimenti di piccolo diametro più consistente.

In termini generali, la classe dei piccoli diametri rappresenta da 1/10 ad 1/5 del volume del lotto, considerando gli assortimenti con diametro inferiore a 25 cm, e da 1/4 a 1/3 del volume totale con diametro misurato a metà tronco inferiore a 30 cm. Questo dato rende ancora più evidente quanto sia necessaria una corretta valorizzazione del prodotto legnoso. Ad eccezione dei casi in cui il materiale fine non abbia subito un forte deterioramento tecnologico, dove si rende quasi obbligatoria la destinazione alla filiera energetica, l'assortimento di piccolo diametro dovrebbe essere venduto regolarmente, magari separandolo dagli assortimenti più pregiati e applicandovi dei tassi di sconto rispetto al prezzo di vendita del tondo. La M.C.F., realtà forestale in cui questa categoria di assortimenti viene valorizzata correttamente, realizza delle cataste di paleria che vengono vendute con un deprezzamento del 10-15%.

5.1.2 La provenienza degli assortimenti di piccolo diametro all'interno di un lotto boschivo

All'interno di un lotto boschivo, gli assortimenti di piccolo diametro possono essere retratti sia da piante di piccolo diametro, appartenenti alle classi 15-20-25-30, sia dalle parti apicali delle piante di maggior diametro. Partendo dai lotti nei quali è stato effettuato un rilievo diametrico mediante cavallettamento, si è andato ad osservare in che percentuale le piante di piccolo diametro contribuiscono teoricamente al volume complessivo di assortimenti di piccolo diametro retratti.

Si è partito dal volume netto di misurazione degli assortimenti di piccolo diametro, misurato precedentemente. Dopodiché, utilizzando le tavole di cubatura, si è calcolato il volume tariffario delle piante con diametro inferiore a 25 e 30 cm. Per convertire il volume tariffario in volume netto stimato, si è applicata una resa di trasformazione del 60%. Questo dato è stato ricavato dalle serie storiche provinciali. Si è poi calcolata la percentuale di assortimenti di piccoli diametri ricavati da piante con classe diametrica minore.

Sui piedilista di martellata redatti dai tecnici della M.C.F., non vengono riportate le piante della classe 15. I valori percentuali che verranno mostrati in seguito sono in difetto di questa aliquota di piante non cavallettate.

- BRIGLIE ORTI – ADULTO**

Tabella 22: Briglie orti - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro

Specie/numero piante	classe diametrica														vol. tar. tot. (m ³)		
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		85	
Abete rosso		119	146	172	223	219	211	121	93	45	29	14	3	2		2363	
Abete bianco		1	8	4	7	7	7	4	2	3						70	
																TOTALE	2433

	P.D. < 25 cm (m ³)	P.D. < 30 cm (m ³)
V. netto misurazione assortimenti P.D.	301,28	568,57
V. tariffario piante. d < X D.P.U	123,97	279,32
V. netto stimato d < X D.P.U. (resa 60%)	74,38	167,59
Percentuale P.D. da piante d < X D.P.U	25%	29%

Il volume delle piante delle classi diametriche inferiori, rappresenta il 25% del volume complessivo di assortimenti di piccolo diametro. Se la classe viene ampliata fino ai 30 cm, le piante di piccolo diametro influiscono per il 29% sul totale del materiale fine. La restante parte del volume, rispettivamente il 75% e il 71%, viene ricavato dalle parti apicali delle piante rientranti nelle classi diametriche superiori (Tabella 22).

- COSTA ALBERI – ADULTO**

Tabella 23: Costa alberi - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro

Specie/numero piante	classe diametrica														vol. tar. tot. (m ³)	
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		85
Abete rosso		82	110	173	202	180	159	119	94	59	36	24	12	11		2309

	P.D. < 25 cm (m ³)	P.D. < 30 cm (m ³)
V. netto misurazione assortimenti P.D.	228,50	512,24
V. tariffario piante. d < X D.P.U	89,79	245,49
V. netto stimato d < X D.P.U. (resa 60%)	53,87	147,29
Percentuale P.D. da piante d < X D.P.U	24%	29%

Il secondo lotto ricavato da un popolamento adulto, fornisce valori simili a quelli visti sopra. La percentuale di piante con diametro inferiore a 25 cm contribuisce per il 24%

al volume totale. Ampliando la classe, il contributo è pari al 29% del complessivo (Tabella 23).

- **PIAZZA CASTIGO – ADULTO/MATURO**

Tabella 24: Piazza castigo - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro

Specie/numero piante	classe diametrica														vol. tar. tot. (m ³)	
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		85
Abete rosso		9	25	13	19	10	13	8	12	4	9	2	1	1		235

	P.D. < 25 cm (m ³)	P.D. < 30 cm (m ³)
V. netto misurazione assortimenti P.D.	22,08	48,24
V. tariffario piante. d < X D.P.U	17,31	29,01
V. netto stimato d < X D.P.U. (resa 60%)	10,39	17,41
Percentuale P.D. da piante d < X D.P.U	47%	36%

In questo caso, nonostante il popolamento sia più maturo e quindi le piante di piccolo diametro dovrebbero essere presenti in minor quantità, il loro contributo raggiunge il 47%. Probabilmente è dovuto al fatto che, i cimili delle piante attaccate dal coleottero, sono molto più sensibili alle rotture durante le fasi di abbattimento. Infatti, ampliando la classe, la percentuale diminuisce (36%). Questo perché le piante di piccolo diametro sono in numero ridotto e aumenta l'incidenza dei cimili non danneggiati (Tabella 24).

- **TORNANTI VASCHE – MATURO**

Tabella 25: Tornanti vasche - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro

Specie/numero piante	classe diametrica														vol. tar. tot. (m ³)	
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		85
Abete rosso		2	8	5	10	13	17	26	37	17	12	9	3	6		350
Abete bianco								2		1				1		10
															TOTALE	360

	P.D. < 25 cm (m ³)	P.D. < 30 cm (m ³)
V. netto misurazione assortimenti P.D.	5,18	35,604
V. tariffario piante. d < X D.P.U	5,25	9,75
V. netto stimato d < X D.P.U. (resa 60%)	3,15	5,85
Percentuale P.D. da piante d < X D.P.U	61%	16%

Come già sottolineato più volte, il problema principale con i lotti costituiti da piante bostricate è che le parti apicali degli alberi tendono a danneggiarsi e a diventare inutilizzabili. È il caso di questo lotto in cui, nonostante il popolamento sia maturo e quindi costituito da un numero ridotto di piante di piccolo diametro, queste contribuiscano per il 61% al volume retraibile totale. Ampliando la classe, il volume delle piante di piccolo diametro rappresenta il 16% di quello totale. Su questo dato incidono sicuramente l'età e la struttura del popolamento ma, soprattutto, la scarsa qualità del legname (Tabella 25).

- **BOSCHI CIADINON – DISOMOGENEO/MATURO**

Tabella 26: Boschi ciadinon - percentuale di assortimenti ricavati da piante di piccolo diametro

Specie/numero piante	classe diametrica														vol. tar. tot. (m ³)			
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		85		
Abete rosso		1	10	23	28	38	43	35	15	5	5	1					316	
Abete bianco			4	8	10	11	11	19	9	1	1						97	
																	TOTALE	413

	P.D. < 25 cm (m ³)	P.D. < 30 cm (m ³)
V. netto misurazione assortimenti P.D.	442,35	694,07
V. tariffario piante. d < X D.P.U	53,28	145,75
V. netto stimato d < X D.P.U. (resa 60%)	31,97	87,45
Percentuale P.D. da piante d < X D.P.U	7%	13%

La variabilità diametrica all'interno di una fustaia disomogenea è molto ampia. L'incidenza delle piante di piccolo diametro è quindi ridotta (7%). La maggior parte del volume degli assortimenti di piccolo diametro si ricava dalle parti apicali delle piante con diametro medio – grosso. Ampliando la classe delle piante di piccolo diametro fino a 30 cm, la percentuale sale al 13% (Tabella 26).

I lotti “Vecchia Sadole” e “Rio Valon” sono stati misurati a stima. Non è quindi possibile analizzarli.

I dati analizzati non permettono di trarre delle conclusioni prive di qualche incertezza. Sui lotti adulti è possibile ipotizzare un'incidenza maggiore delle piante di piccolo diametro sul volume totale di paleria retratta. Sui lotti adulti/maturi o maturi è difficile fare delle considerazioni. Sia per i pochi dati a disposizione sia per la forte incidenza che i danni dello scolitide hanno sugli assortimenti di minor diametro. A questo si aggiunge l'incertezza data dalla resa di utilizzazione adottata e i possibili errori di stima commessi durante la misurazione del volume tariffario del lotto.

5.2 La variazione del diametro minimo di misurazione nei capitolati d'oneri particolari provinciali

Come già ricordato, per osservare la variazione del diametro minimo di misurazione dal 2017 ad oggi ci si è avvalsi dei dati pubblicati sul Portale del Legno Trentino. Tra le centinaia dei capitolati presenti sul portale, non tutti i lotti venduti in piedi presentavano il richiamo al diametro minimo di misurazione. Inoltre, per i lotti venduti a strada non è stato possibile risalire al diametro minimo di misurazione.

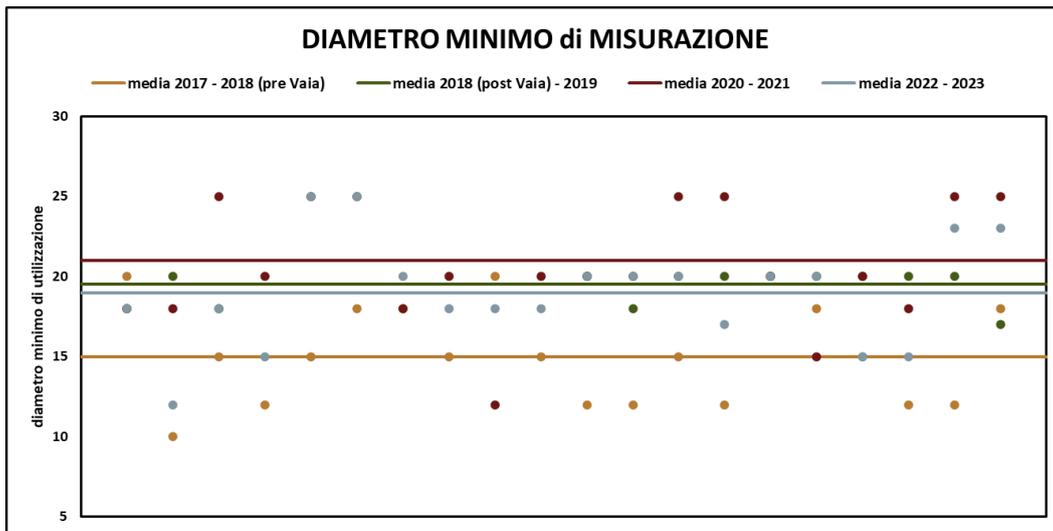
Per sopperire alla mancanza dei dati relativi alle Valli di Fiemme e Fassa (in quanto aree fortemente colpite da Vaia e dal bostrico), si è deciso di chiedere direttamente al personale del servizio di Custodia Forestale presente all'interno dell'U.D.F. di Cavalese.

La maggior parte dei custodi ha risposto positivamente, andando a fornire dei dati in linea con quanto evidenziato nel grafico sottostante. La quasi totalità dei custodi ha affermato che, durante i momenti successivi a Vaia, il legname veniva lavorato fino ad un diametro di 25 cm. con il passare degli anni, la soglia si è nuovamente abbassata affermandosi attorno a valori di 18 – 20 – 22 cm.

Tabella 27: Analisi del diametro minimo di misurazione

2017										
Proprietario	Valdaone	Malosco	Predaia	Castello	Sfruz	Sanzeno	Pieve di bono	Predaia	Ass. for. Paganella	Tione
# P.L.T.	48	67	61	53	49	49	42	46	17	30
D. min mis	20	10	15	12	15	18	18	15	20	15
2018 (pre Vaia)										
Proprietario	Spinale - Manez	Massimeno	Coredo	Pinzolo	Fondo	Predaia	Coredo	Spinale - Manez	Giustino	Darden
# P.L.T.	82	116	122	145	138	139	139	141	133	122
D. min mis	12	12	15	12	20	18	15	12	12	18
2018 (post vaia)										
Proprietario	Levico	Coredo	Levico	//	//	//	//	//	//	//
# P.L.T.	164	208	204							
D. min mis	18	20	18							
2019										
Proprietario	Coredo	Levico	Fornace	Pera di Fassa	Fierozzo	Regnana	Piné	Sfruz	APROFOD	APROFOD
# P.L.T.	208	204	198	182	177	171	169	249	236	236
D. min mis	20	18	20	20	20	20	20	20	20	17
2020										
Proprietario	Ville d'Anania	Nogaredo	Piné	Moena	Sfruz	APROFOD	Dambel	Moena	Spinale - Manez	Cavalese
# P.L.T.	377	360	338	331	394	399	386	378	382	337
D. min mis	18	18	25	20	25	25	18	20	12	20
2021										
Proprietario	Dardine	Tesero	Sfruz	Mezzano	Imer	Panchià	Sagron mis	Brusago	APROFOD	Sfruz
# P.L.T.	448	443	458	437	489	487	479	463	591	493
D. min mis	20	20	25	25	20	15	20	18	25	25
2022										
Proprietario	Predazzo	Sella giudicarie	Castelfondo	Moena	San Martino	Mezzano	Telve	Ledro	Piné	Levico
# P.L.T.	631	625	622	621	617	599	597	665	663	826
D. min mis	18	12	18	15	25	25	20	18	18	18
2023										
Proprietario	Frassilongo	Novaledo	Sover	Soraga	Predazzo	Molina	Cavalese	Moena	Imer	San Martino
# P.L.T.	838	839	842	855	862	870	879	1095	1090	1088
D. min mis	20	20	20	17	20	20	15	15	23	23

Tabella 28: Variazione del diametro minimo di misurazione (2017-2023)



Come osservabile dalle tabelle 27 e 28, il diametro minimo di misurazione, negli ultimi anni, ha subito degli innalzamenti. Si è passati da dei valori minimi 10 e 12 cm nel 2017 fino a dei valori di 25 cm nel 2021/22 e di 23 cm nel 2022/23.

Si fa presente che, nei lotti 2018-19 di A.PRO.FO.D. sebbene fosse prevista l'utilizzazione fino ai diametri di 15 e 12 cm, si è deciso di stabilire un diametro minimo di vendita a 23 – 25 cm. Quindi, il materiale compreso tra i due intervalli veniva, di fatto, regalato all'impresa utilizzatrice.

Situazione simile si ha anche nel 2020-21 nei lotti di Mezzano dove il legname viene misurato fino a 20 cm e quello di minor diametro viene lasciato gratuitamente alle imprese. A Imer, invece, il legname con diametro inferiore a 20 cm viene venduto a metà prezzo. Anche in questo biennio, A.PRO.FO.D. mantiene la stessa linea iniziata nel 2018.

Nell'ultimo biennio oggetto di studio, Mezzano e San Martino di Castrozza hanno continuato ad adottare questa strategia di vendita. Nello specifico, il Comune di Mezzano vendeva fino a 25 cm ma chiedendo che venisse lavorato il legname fino ai 20 cm, mentre il Comune di San Martino chiedeva che si lavorasse fino ad un assortimento di 15 cm ma cominciando la vendita con i tronchi da 25 cm.

È importante sottolineare come nel periodo subito successivo a Vaia e nei primi anni di diffusione del bostrico, la maggior parte dei capitolati d'oneri particolari non riporti

nessuna indicazione circa il diametro minimo di misurazione o altre informazioni sulle modalità di utilizzo della massa legnosa.

5.3 Valore economico della paleria e incidenza delle piante di piccolo diametro sui progetti di taglio provinciali

Grazie al supporto dell'Ufficio Pianificazione Forestale del Servizio Foreste della P.A.T., è stato possibile estrapolare tutti i dati relativi ai progetti di taglio pubblicati negli ultimi 10 anni.

Grazie al *database* delle vendite di legname, disponibile sul portale del legno trentino, si è riuscito ad analizzare l'andamento delle vendite dell'assortimento normale e confrontarlo con quello della paleria, osservandone così le variazioni di prezzo e le differenze tra i due assortimenti.

5.3.1 L'andamento del prezzo del tronco da sega e della paleria nelle aste pubblicate su Legno Trentino

Grazie ai rapporti pubblicati dalla C.C.I.A.A. è stato possibile costruire l'andamento storico dei prezzi di vendita delle cataste di tronco da sega e di quelli di paleria.

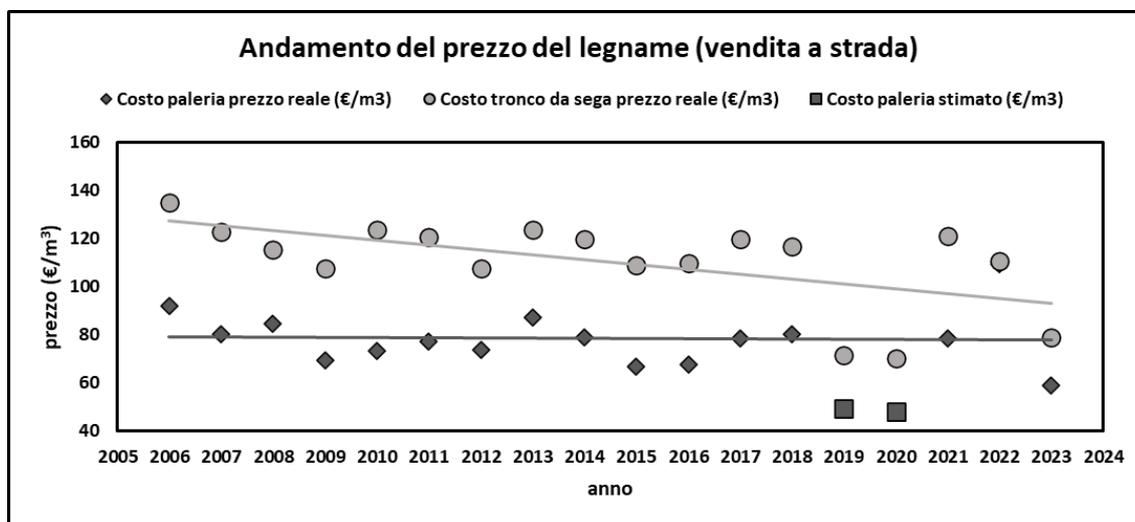
Per i dati relativi al biennio 2019-2020, non disponendo di dati relativi alle vendite di cataste di paleria, si è ricavato il dato andando ad applicare le variazioni percentuali dei prezzi del tronco da sega nel biennio 2019-2020 anche alla paleria. Nelle tabelle che seguono, i dati relativi a questi anni sono segnalati con un asterisco (*).

Si è poi andato a calcolare la differenza percentuale tra il prezzo di vendita delle cataste di tronco da sega e di paleria, per poi calcolare il valore medio e la deviazione standard.

Per il biennio 2019-2020, non avendo dati certi, non si sono fatti ulteriori elaborazioni.

Tabella 29: Andamento del prezzo del legname in P.A.T.

Anno	Costo paleria prezzo corrente (€/m ³)	Costo paleria prezzo reale (€/m ³)	Costo tronco da sega prezzo corrente (€/m ³)	Costo tronco da sega prezzo reale (€/m ³)	Variazione % di prezzo al m ³
2006	67,23	91,84	98,88	135,07	32%
2007	59,83	80,35	91,30	122,62	34%
2008	65,14	84,75	88,81	115,54	27%
2009	53,95	69,65	83,48	107,77	35%
2010	57,66	73,29	97,34	123,72	41%
2011	62,43	77,29	97,52	120,73	36%
2012	61,23	73,6	89,68	107,8	32%
2013	73,29	87,07	104,03	123,59	30%
2014	66,74	79,15	100,87	119,63	34%
2015	56,41	66,96	91,69	108,84	38%
2016	57,08	67,81	92,24	109,58	38%
2017	67,00	78,73	101,93	119,77	34%
2018	68,95	80,19	100,23	116,57	31%
2019	42,65*	49,35*	62,00	71,73	non calcolato
2020	41,79*	48,35*	60,75	70,47	non calcolato
2021	68,78	78,34	106,22	120,98	35%
2022	103,72	109,32	104,89	110,55	1%
2023	59,10	59,10	79,19	79,19	25%
valore medio		75,02		110,23	32%
dev. Std		15,07		18,22	



Analizzando i dati disponibili in Tabella 29, si osserva come la deviazione standard sia di 15,07 per la paleria e di 18,22 per il tronco da sega.

Confrontando le due categorie, si può notare come la differenza di prezzo si attesti su un valore medio del 32%. Il *trend* degli ultimi vede questa differenza ridursi gradualmente. Il dato è calato dal 38% (2016) al 25% del 2023. Nel 2022 si registra poi una variazione solamente dell'1%.

La Magnifica Comunità di Fiemme vende le cataste di paleria con una scontistica che varia dal 10 al 15% rispetto al valore del tronco da sega. Su scala provinciale, la variazione del prezzo è più che doppia. Questo permette di ipotizzare che un incremento della valorizzazione economica di questo assortimento è possibile e realizzabile.

5.3.2 Analisi del valore economico delle piante con diametro minore di 25 cm sulla base dei progetti di taglio pubblicati

A livello provinciale, i progetti di taglio redatti dai proprietari forestali pubblici (Comuni e A.S.U.C.), vengono caricati sul *software* S.I.G.F.A.T. (Sistema Informativo Gestione Forestale Aziendale Trentino). Si va a creare così una banca dati di tutti i progetti di taglio effettuati in Provincia.

Questa parte di analisi si concentra sulle piante con diametro a petto d'uomo inferiore a 25 cm. Si va quindi ad analizzare solamente una parte della filiera di approvvigionamento degli assortimenti di piccolo diametro. L'aliquota derivante dai cimali e dalle parti apicali delle piante di maggior diametro non può essere calcolata in quanto non si hanno dati a disposizione (Tabella 30).

Tabella 30: Valore economico dell'assortimento di piccolo diametro

ABETE - PIANTE di PICCOLO DIAMETRO a 1,3 m (CLASSI 0-1-2)				
Anno	Vol P.D. (m³)	Vol tot (m³)	% sul vol tot	Valore economico reale (€)
2014	34.828	455.677	7,64%	2.756.641
2015	19.888	371.635	5,35%	1.331.721
2016	22.254	372.883	5,97%	1.509.025
2017	23.771	414.241	5,74%	1.871.506
2018	19.990	333.819	5,99%	1.602.974
2019	9.444	115.796	8,16%	466.050*
2020	11.566	141.764	8,16%	559.239*
2021	25.869	518.005	4,99%	2.026.557
2022	33.893	790.980	4,28%	3.705.181
2023	42.165	1.048.829	4,02%	2.492.073

I dati quindi presentati, mostrano una sottostima del reale valore economico che questi assortimenti hanno sulla filiera foresta – legno trentina.

Per prima cosa si è andati quindi a stimare l'incidenza volumetrica delle prime tre classi diametriche sul volume totale prelevato durante il corso di quell'anno.

Negli anni precedenti a Vaia, la percentuale di piante di piccolo diametro è circa pari al 6% del totale. Nel biennio successivo, l'elevato volume legnoso schiantato e la conseguente assenza di regole selvicolturali, fa sì che la percentuale di piante piccole prelevate superi gli 8 punti percentuali. Dal 2021 si sta assistendo ad una riduzione del prelievo di piante piccole in quanto, la quasi totalità dei prelievi di abete rosso è a carico di piante bostricate, quindi alberi con diametri superiori.

I dati relativi a biennio 2019 e 2020, nonostante l'elevato volume di abete rosso schiantato, sono inferiori rispetto agli altri anni. Questo perché, una parte dei lotti è stata misurata a stima e quindi non è possibile definirne la composizione diametrica.

Il valore economico delle piante di piccolo diametro è stato calcolato moltiplicando il prezzo medio annuale della paleria per il volume legnoso desunto dai progetti di taglio.

Negli anni antecedenti alla tempesta Vaia, il valore delle piante con diametro inferiore a 25 cm è circa pari a poco meno di 2 milioni di euro/anno.

Nonostante non sia stato possibile stimare correttamente i volumi per il periodo successivo a Vaia, visto l'elevato volume di materiale disponibile, si può ipotizzare che il valore economico reale sia nettamente superiore a quello indicato in tabella.

Negli anni successivi a Vaia, visto anche l'incremento di volume utilizzato, è aumentato anche il valore totale di queste piante. Nel 2022 si è raggiunta la cifra di € 3,7 M. In tutto il triennio post-Vaia, il valore annuale è sempre superiore a quello degli anni antecedenti al 2018.

È impossibile quantificare l'esatta perdita economica che si ha avuto definendo un diametro minimo di misurazione a 25 cm. Dai dati a disposizione, emerge una perdita economica superiore ai € 9,2 M in 5 anni ma, molto probabilmente, il valore reale si discosta ampiamente da questa cifra.

5.4 Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle imprese di utilizzazione forestale

5.4.1 Le imprese di utilizzazione forestale coinvolte

Tutte e 14 le imprese selezionate hanno risposto positivamente, partecipando in maniera propositiva al questionario.

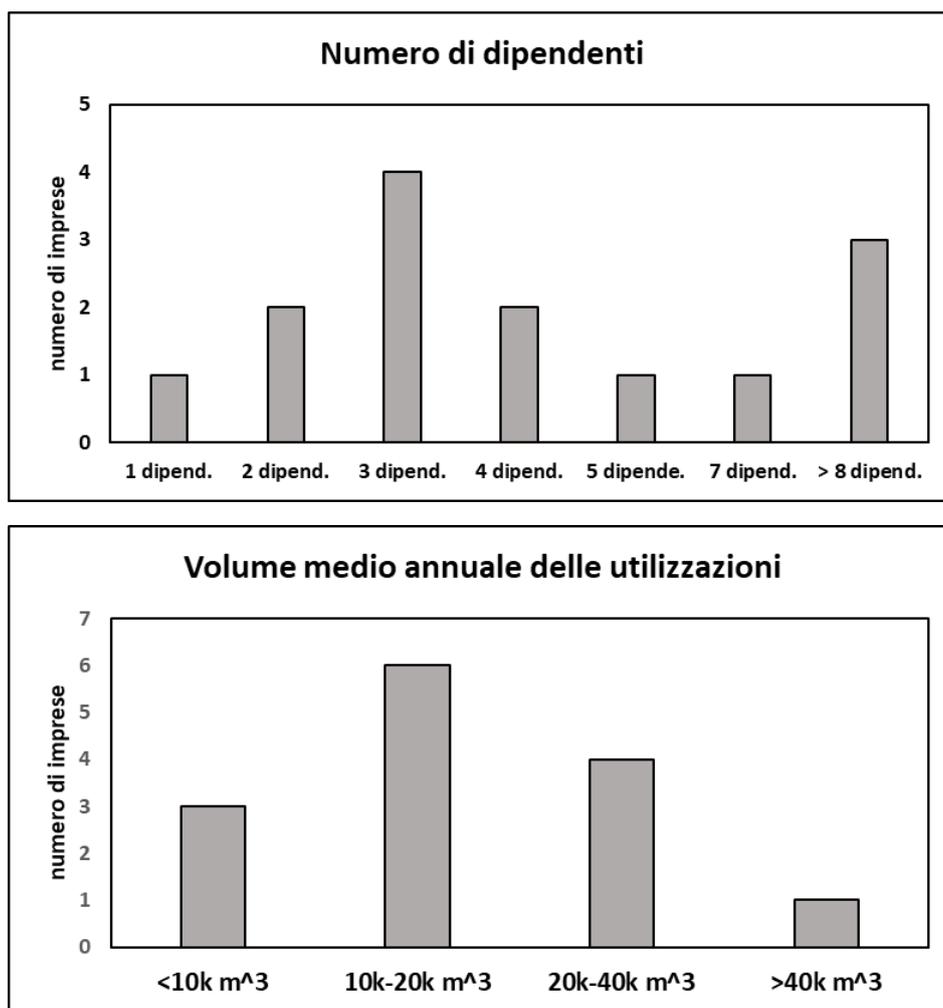
Sono state intervistate 13 imprese con sede in Provincia di Trento e 1 impresa con sede nel comune di Gallio (VI).

Per tutte e 14 le imprese, il questionario è stato presentato durante incontri telefonici.

Vengono ora presentati i risultati principali dell'indagine. I restanti dati, verranno riportati in appendice a fine tesi.

5.4.2 Numero di dipendenti, volume medio di utilizzazione e modalità delle lavorazioni

Tabella 31: Numero di dipendenti e volume medio annuale delle utilizzazioni

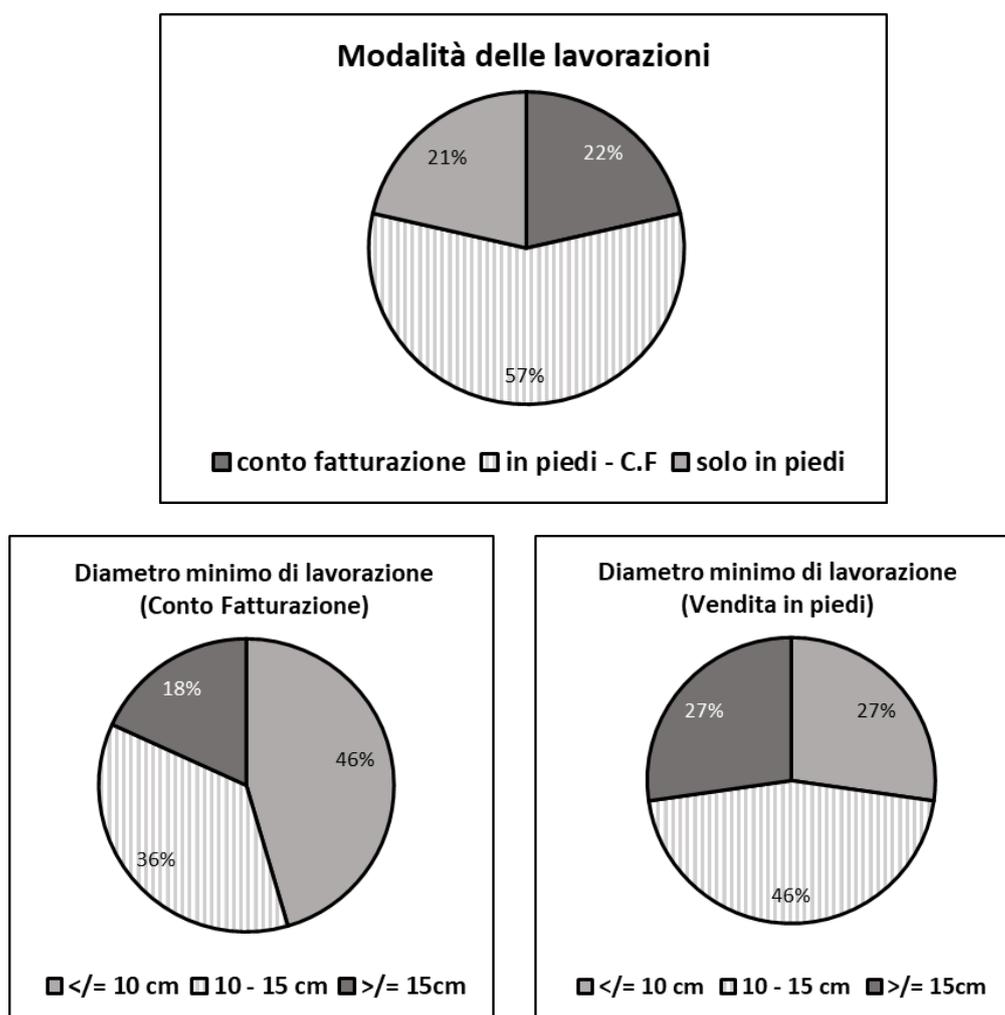


L'indagine ha cercato di coinvolgere imprese di diverse dimensioni, dalle realtà composte da pochi dipendenti, generalmente a conduzione familiare, a quelle che riescono a lavorare decine di migliaia di metri cubi durante l'anno.

Come si può osservare dalla tabella 31, il numero di dipendenti per singola impresa è molto vario. Sono state intervistate sia imprese più piccole con solo 1, 2 o 3 dipendenti sia imprese di medie dimensioni con un organico fino a 5 dipendenti sia imprese di grandi dimensioni con 7, 8 o più operai. Anche sul lato dei volumi lavorati durante un anno solare, si registra una buona variabilità del campione. Per comodità, si sono divisi, i dati raccolti, in 4 classi.

All'indagine hanno partecipato 3 imprese che sono in grado di lavorare meno di 10.000 m³ di legname all'anno, 6 capaci di tagliarne fino a 20.000 m³ e 5 realtà in grado di raggiungere e superare i 40.000 m³.

Tabella 32: Modalità delle lavorazioni e diametro minimo di lavorazione



Le principali modalità di lavorazione sono l'acquisto diretto di lotti in piedi e il conto fatturazione, ovvero l'affidamento da parte del proprietario forestale, all'impresa boschiva, delle sole operazioni di taglio, esbosco ed accatastamento. Il 57% delle imprese sceglie entrambe le modalità mentre, rispettivamente, il 21% e il 22% si avvalgono solamente della possibilità di acquistare direttamente i lotti o di lavorare per conto terzi (Tabella 32).

La variazione del diametro minimo di lavorazione a seconda della modalità di lavorazione del legname. In questi due grafici si fa riferimento al diametro in punta

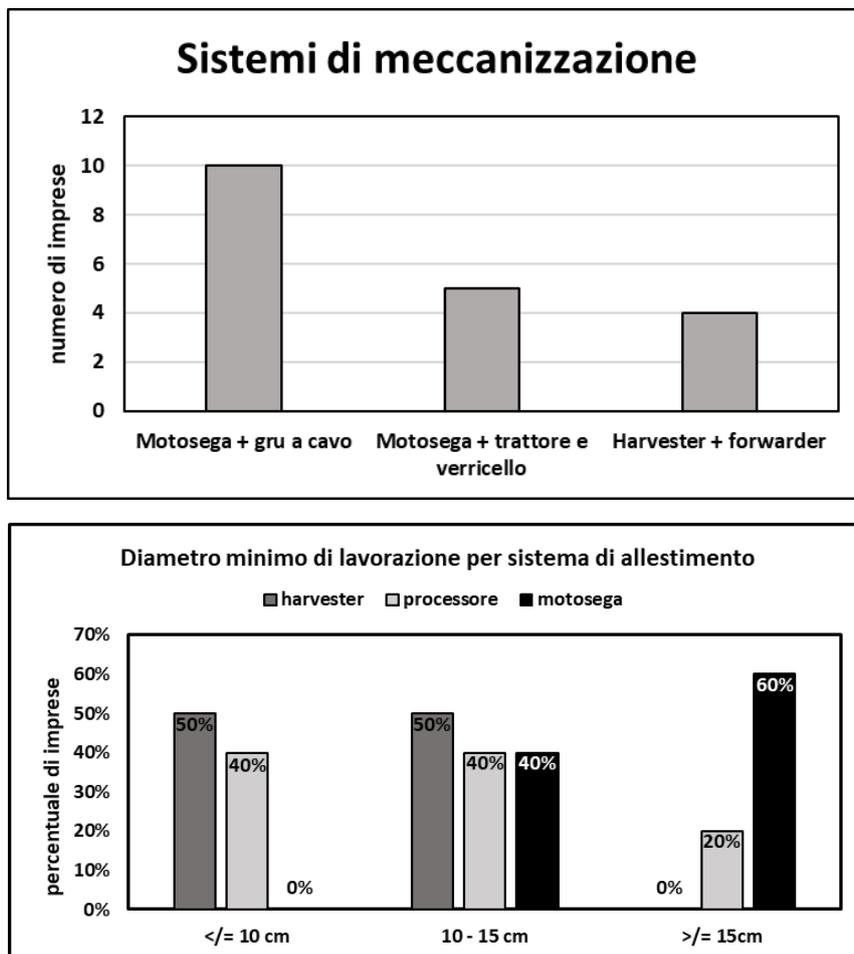
Nei cantieri effettuati in conto fatturazione, si nota come il 46% delle imprese lavori il materiale fino ad un diametro in punta pari o inferiore ai 10 cm. Nei lotti acquistati in piedi, questa frazione scende al 27%. Questo dato indica come, all'interno dei capitolati d'oneri provinciali, non si effettui una corretta valorizzazione degli assortimenti di piccolo diametro. Questi non vengono conteggiati durante le operazioni di vendita ma vengono, di fatto, ceduti alle imprese di utilizzazione (Tabella 32).

La classe centrale (dai 10 ai 15 cm) rappresenta, per entrambi i grafici una fetta considerevole del totale. Questo intervallo rappresenta i valori di diametro minimo di lavorazione che si ricavano utilizzando correttamente un lotto boschivo (Tabella 32).

5.4.3 Sistemi di meccanizzazione e destinazione commerciale degli assortimenti legnosi di piccolo diametro

Ancora una volta, nei lotti acquistati in piedi, risulta che il piccolo diametro non venga correttamente valorizzato. Questo poiché il 27% degli intervistati ha dichiarato che viene richiesta una lavorazione fino ad un diametro pari o superiore ai 15 cm (Tabella 33).

Tabella 33: Sistemi di meccanizzazione e diametro minimo di lavorazione



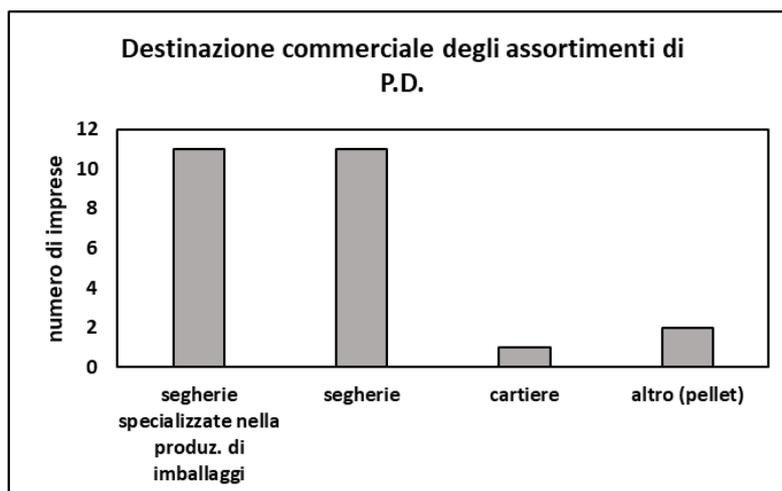
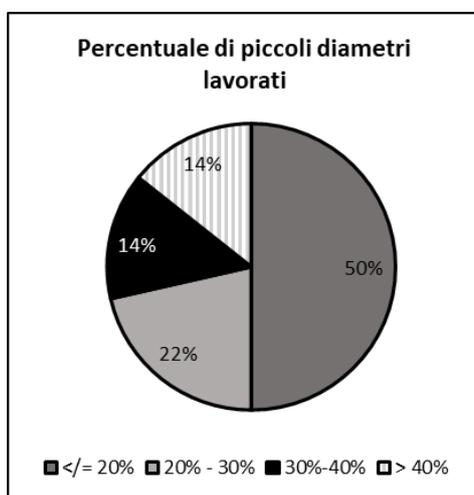
Le imprese selezionate sono caratterizzate da diversi sistemi di meccanizzazione. La maggior parte delle realtà adotta, come sistema principale, l'esbosco di piante in piedi con una linea di gru a cavo e l'allestimento mediante l'impiego di un processore. Molte imprese poi, specialmente per portare a termine cantiere meno difficoltosi, esboscano utilizzando il trattore con installato il verricello. Sul lato dei nuovi sistemi di meccanizzazione, sono state intervistate 4 realtà che lavorano con la combinata *harvester e forwarder* (Tabella 33).

Analizzando il diametro minimo di lavorazione per i diversi sistemi di allestimento, si nota come nessun'impresa che depezza le piante con la motosega, assortimenti fino a 10 cm. Invece, per *harvester* e processore questo *range* diametrico rappresenta il 50% e il 40%.

Nella classe centrale, le percentuali sono simili. I diametri dichiarati dagli utilizzatori di *harvester* si dividono tra le prime due frazioni. Al contrario, i boscaioli che lavorano con la motosega terminano, nel 60% dei casi, l'assortimentazione ad un diametro superiore a 15 cm. Solamente il 20% delle ditte dotate di processore, lavora il materiale legnoso fino a 15 cm (Tabella 33).

Da questi dati si evince come, all'aumentare del livello di meccanizzazione, aumenta la capacità di lavorazione dell'assortimento legnoso. Questo perché l'impiego di macchine specializzate permette di incrementare la velocità di lavorazione del materiale mantenendo dei costi di lavorazione contenuti.

Tabella 34: Lavorazione dei piccoli diametri e destinazione commerciale



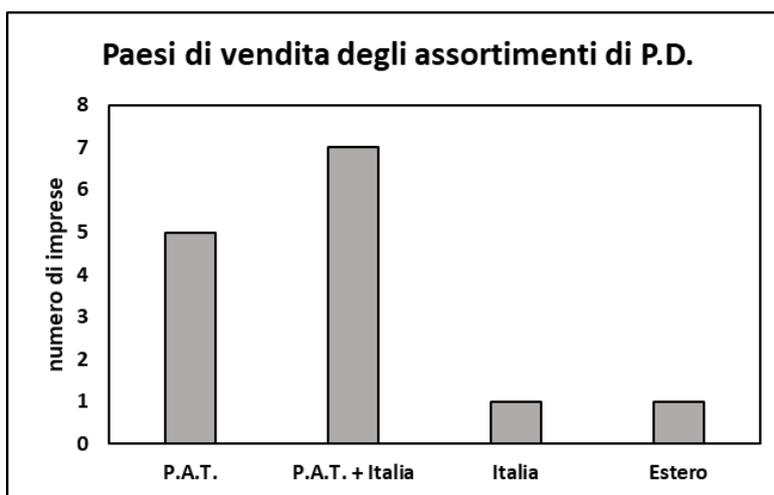
Facendo riferimento ai dati del 2023, si è chiesto alle imprese boschive quale fosse, rispetto al volume totale, la percentuale di materiale di piccolo diametro che avessero lavorato. Per il 50% degli intervistati, l'aliquota di legname fine non supera

il 20%. Per il 22% questa frazione rappresenta dal 20 al 30% del totale. Per il 14% delle imprese forestali il piccolo diametro occupa dal 30 al 40% del legname utilizzato. Il restante 14% ha indicato che il legname di piccole dimensioni supera il 40% del materiale lavorato (Tabella 34).

Sul lato della valorizzazione commerciale di questi assortimenti, le destinazioni commerciali riguardano, quasi esclusivamente, segherie tradizionali e segherie specializzate nella produzione di imballaggi. Seppur poco rappresentate, si registrano due ulteriori destinazioni di vendita, le cartiere e le imprese specializzate nella trasformazione energetica del legno (Tabella 34).

I Paesi con cui si commercia l'assortimento di piccolo diametro e il tondo da sega normale sono i medesimi (Tabella 35).

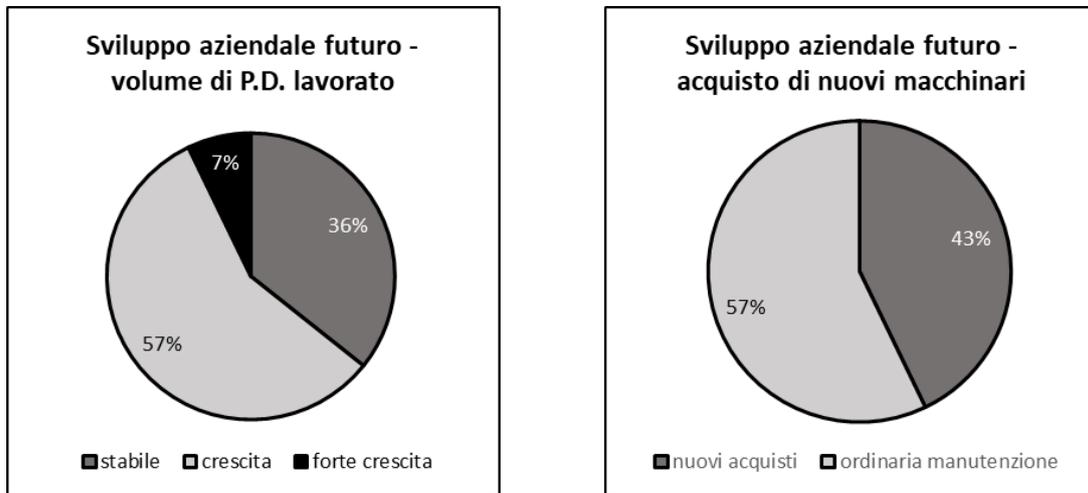
Tabella 35: Paesi di vendita degli assortimenti di piccolo diametro



Le imprese trentine si interfacciano, per lo più, con le segherie locali e con quelle nazionali. Poche sono le realtà che si relazionano solamente con il mercato italiano e con quello estero.

5.4.4 Prospettive per lo sviluppo aziendale futuro

Tabella 36: Sviluppo aziendale futuro



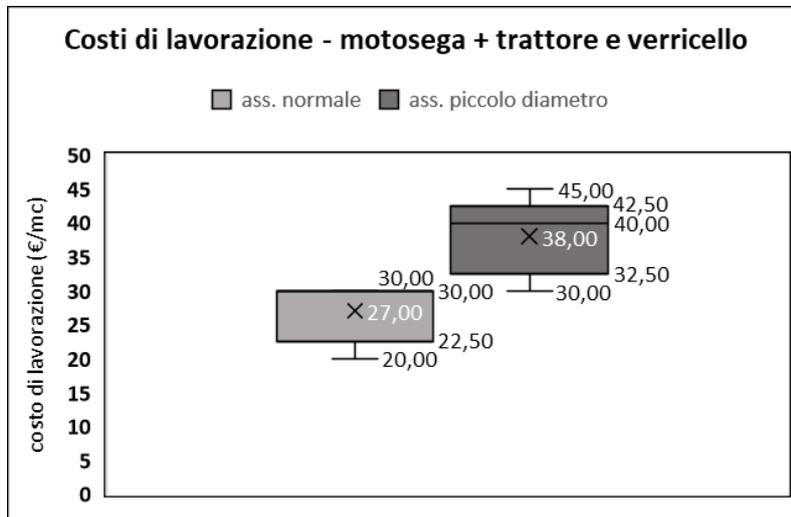
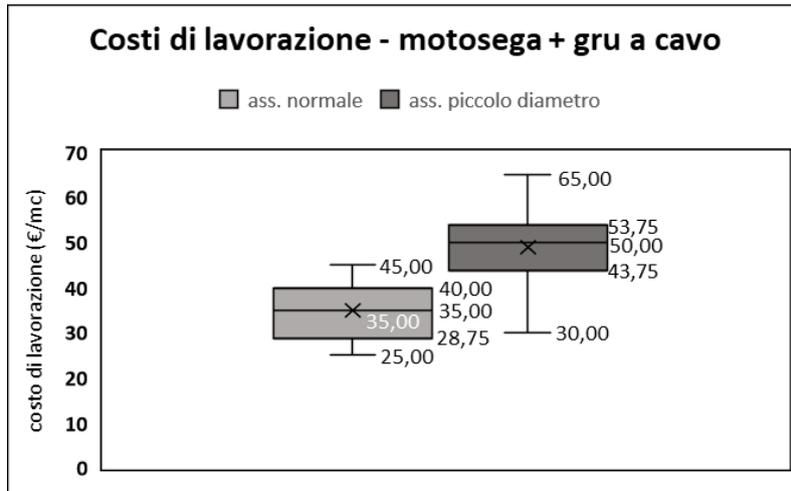
Per il 64% delle imprese boschive, il materiale di piccolo diametro assumerà un ruolo sempre più rilevante all'interno del bilancio aziendale. Questo dato sottintende la volontà delle imprese locali di continuare a lavorare all'interno del territorio provinciale e di concentrare gli sforzi sui boschi giovani non colpiti da Vaia e dal bostrico e sulle nuove formazioni che si andranno a sviluppare. Il 36% dei boscaioli non vede un incremento del materiale di piccolo diametro lavorato in quanto proviene da zone non colpite da vaia e in cui il bostrico ha causato solo danni minori. In questo caso, l'intenzione delle imprese è quella di continuare a lavorare sui boschi maturi ancora presenti (Tabella 36).

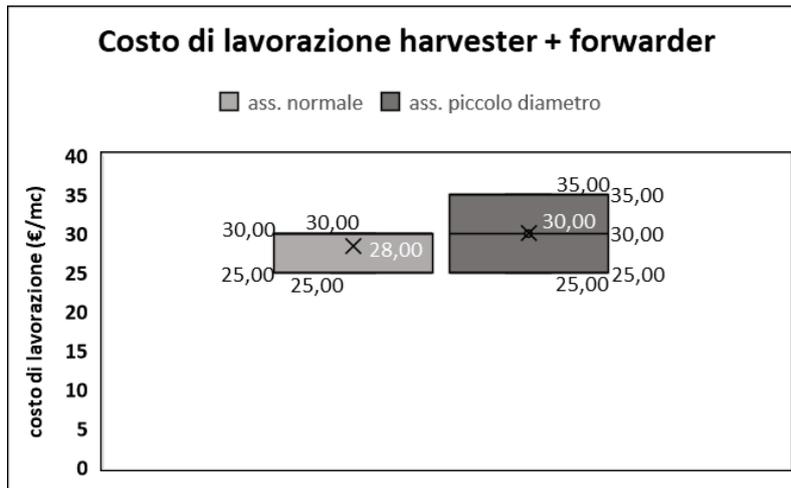
Gli ingenti giri ricavi ottenuti nel quinquennio post Vaia ha permesso alle imprese boschive locali di aggiornare, se non addirittura rivoluzionare completamente, il parco macchine aziendale. Per far fronte ai volumi disponibili sul mercato, molte sono le ditte che hanno investito in processori, in escavatori e in carrelli adatti a lavorare grandi quantità di legname. Quindi, ad oggi, il 57% delle imprese si ritiene soddisfatto dei macchinari in suo possesso e non è interessato ad apportarvi modifiche o aggiornamenti. Il restante 43% è invece interessato ad ampliare o rinnovare i propri macchinari (Tabella 36). Per lo più, si tratta di acquisti destinati a sostituire macchinari ormai arrivati a fine carriera. Solamente due imprese hanno dimostrato interesse verso l'acquisto di macchinari dedicati alla lavorazione dei piccoli diametri (un processore adatto alla lavorazione del materiale fine e un *harvester* più flessibile, più adatto per

muoversi in boschi giovani). In generale, il clima di incertezza verso il futuro e verso la disponibilità di legname riduce di molto la propensione all'acquisto e all'investimento in nuovi macchinari.

5.4.5 Costi di lavorazione del materiale legnoso a seconda del sistema di meccanizzazione

Tabella 37: Costi di lavorazione per modello di meccanizzazione





La valorizzazione degli assortimenti di piccolo diametro deve essere messa in relazione con i costi di lavorazione che devono essere sostenuti per la loro lavorazione. Si è quindi andati a osservare, in relazione al sistema di meccanizzazione adottato, i costi necessari per l'utilizzazione dell'assortimento normale e di quello di piccolo diametro.

In un cantiere in cui le piante vengono abbattute con la motosega ed esboscate grazie ad un sistema di gru a cavo, i costi per l'assortimento normale variano dai 25,00 €/m³ ai 45,00 €/m³. Il valore medio è di 35,00 €/m³. Per quanto riguarda invece, l'utilizzazione del materiale fine, i costi variano dai 30,00 ai 65,00 €/m³. Il valore medio risultante è di 49,00 €/m³. La lavorazione del piccolo diametro aumenta i costi dichiarati del 40% (Tabella 37).

Nei cantieri in cui l'esbosco viene effettuato con trattore e verricello, i costi per la lavorazione del tronco da sega variano dai 20,00 ai 30,00 €/m³. Il costo medio è di 27,00 €/m³. La forbice dei costi di lavorazione del materiale di piccolo diametro varia da 30,00 a 45,00 €/m³ con un valore centrale di 38,00 €/m³. La differenza tra i costi di lavorazione è del 40% (Tabella 37).

L'utilizzo di *harvester* e *forwarder*, permette di abbattere notevolmente i costi di lavorazione all'interno di un cantiere forestale. I costi per taglio, esbosco e allestimento del tondo, variano da 25,00 a 30,00 €/m³ con un volume centrale di 28,00 €/m³. La lavorazione del piccolo diametro subisce solamente dei leggeri incrementi, la forbice ha un minimo di 25,00 €/m³ e un massimo di 35,00 €/m³. Il valore medio che si ottiene è di 30,00 €/m³. La variazione tra le due lavorazioni è del 7% (Tabella 37).

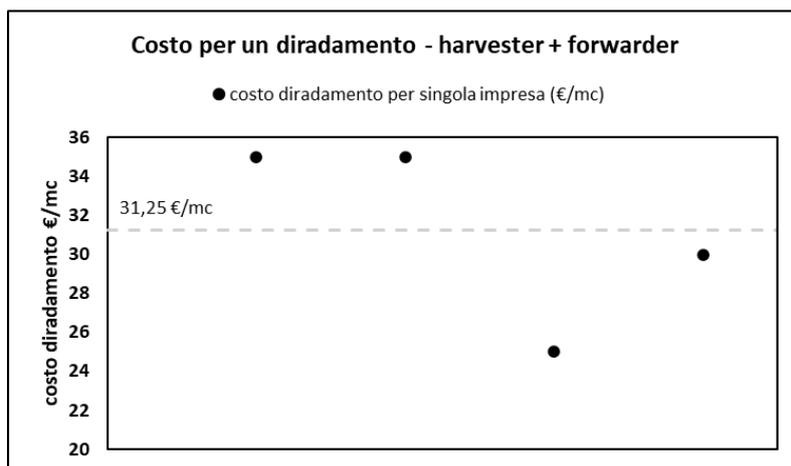
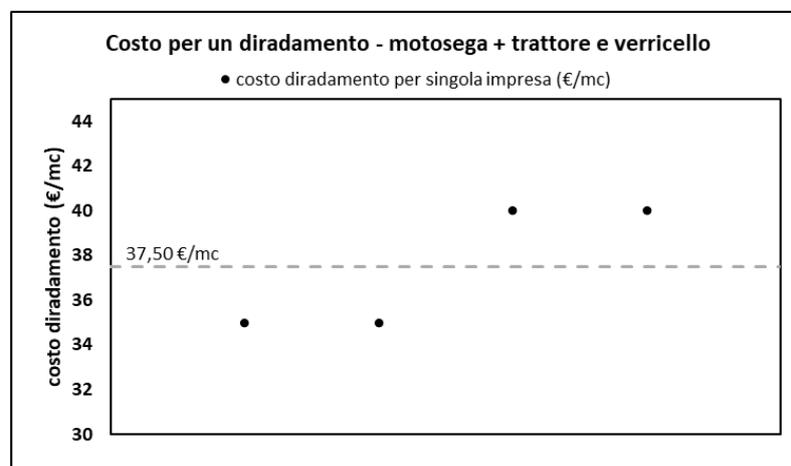
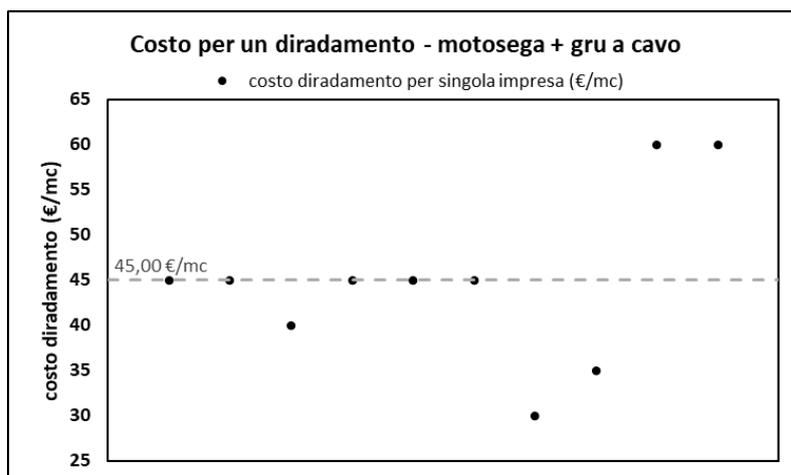
L'utilizzo di questi macchinari specializzati permette di ottenere una forte contrazione dei costi, rendendo paragonabile la lavorazione del tondo normale a quello dell'assortimento di piccolo diametro. Sentendo anche i diretti responsabili, specialmente in questo tipo di cantieri, il costo di lavorazione è fortemente influenzato dalla morfologia del terreno e dalle distanze di esbosco e meno dal diametro da lavorare.

5.4.6 Costi sostenuti dall'impresa per eseguire un diradamento a seconda del sistema di meccanizzazione utilizzato

Tutte le imprese intervistate si sono dimostrate interessate ad eseguire questo tipo di intervento. Questo lascia intendere che si tratti di un intervento in grado di generare dei profitti per le imprese.

Le imprese intervistate hanno dichiarato che, i cantieri con esbosco con gru a cavo, un diradamento costerebbe, in media, 45,00 €/m³. L'utilizzo del verricello come sistema di esbosco abbassa i costi a 38,00 €/m³. L'impiego di mezzi forestali quali *harvester* e *forwarder* riduce i costi a 31,00 €/m³. Il costo medio del diradamento è inferiore rispetto al costo di lavorazione medio indicato per le piante di piccolo diametro. Questo perché l'elevato numero di piante giovani permette di ammortizzare i costi di lavorazione e quindi di ridurre il costo finale (Tabella 38).

Tabella 38: Costi per un diradamento per modello di meccanizzazione



5.5 Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro: settore delle imprese di prima lavorazione del legno

Il questionario è stato presentato a tutte e 15 le aziende selezionate. Di queste, 12 hanno risposto positivamente mentre 3 imprese hanno preferito non partecipare a questo lavoro.

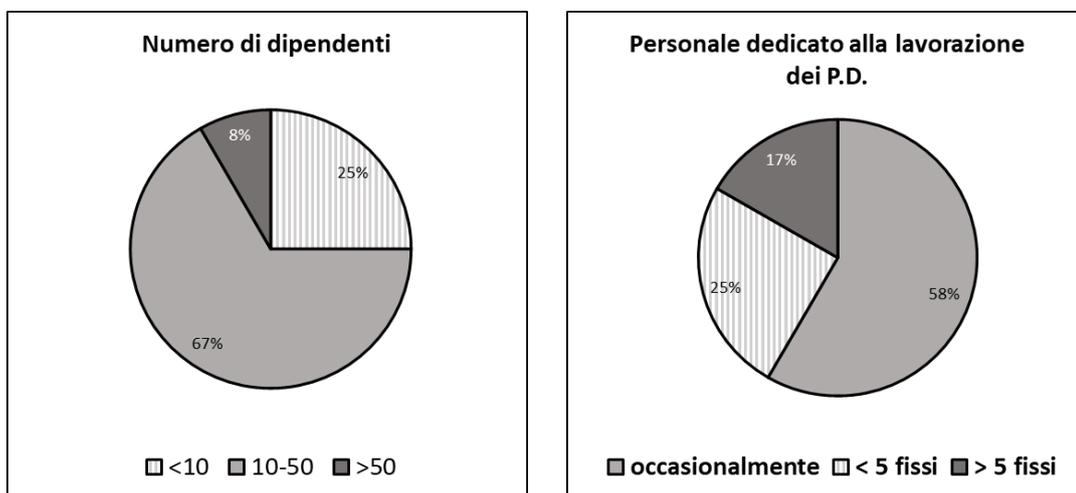
Delle 12 imprese partecipanti, 4 sono specializzate nella lavorazione dei piccoli diametri mentre, le restanti 8 hanno i macchinari per poterli lavorare ma, ordinariamente, oltre agli assortimenti di piccolo diametro, utilizzano assortimenti normali.

In 8 casi, l'indagine è stata presentata in maniera diretta, andando personalmente nelle varie imprese e compilando il questionario in presenza di un rappresentante della stessa. Per 3 imprese è stata effettuata un'intervista telefonica o tramite video chiamata. Solamente una segheria ha compilato in autonomia il questionario.

I restanti dati, verranno riportati in appendice.

5.5.1 Organico aziendale

Tabella 39: Numero di dipendenti e personale dedicato alla lavorazione dei piccoli diametri

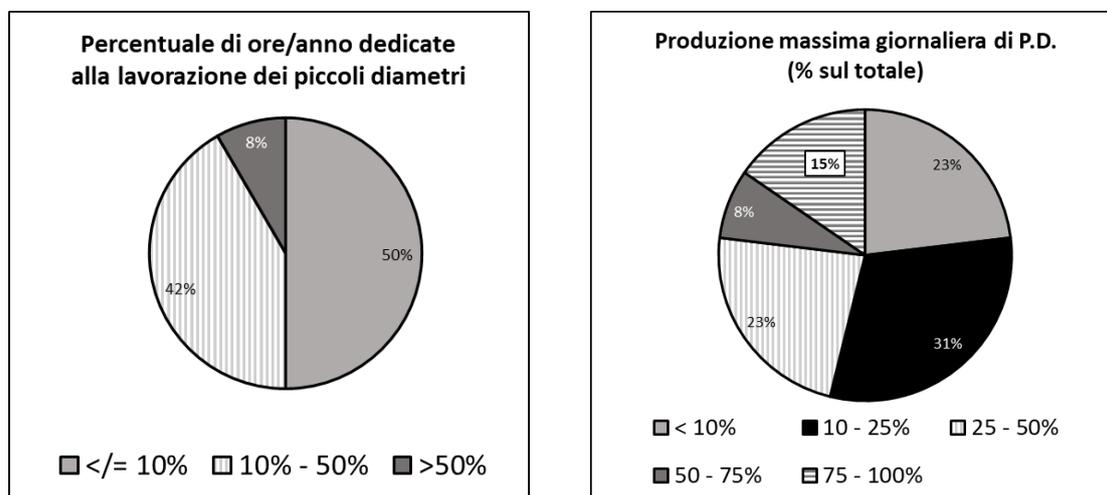


Le imprese intervistate hanno dimensioni differenti. Il 25% di queste, generalmente a conduzione familiare, ha meno di 10 dipendenti. Solo l'8% ha più di 50 dipendenti. La maggior parte delle segherie contattate ha tra i 10 e i 50 dipendenti (67%) (Tabella 39).

Dal momento che, solo una piccola parte degli intervistati era specializzato nella lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro, il 58% delle segherie non ha

personale specializzato in queste lavorazioni. La restante parte (42%) assume personale da destinare esclusivamente alla lavorazione del materiale di minor diametro. Nel 17% dei casi, il personale incaricato supera le 5 unità (Tabella 39).

Tabella 40: Ore dedicate alla lavorazione dei piccoli diametri e produzione giornaliera



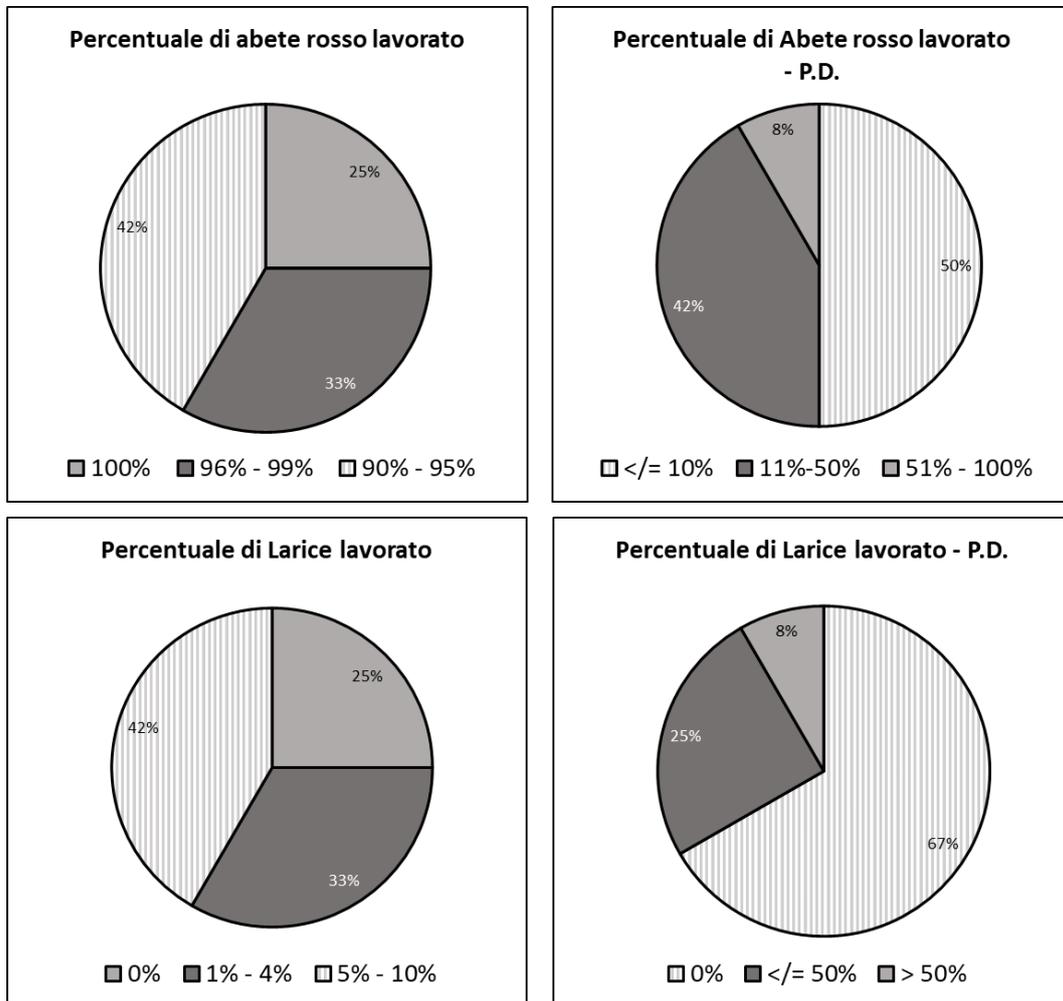
Il 50% delle imprese intervistate, pur avendo macchinari adatti alla lavorazione degli assortimenti di diametro inferiore a 25 cm, dedica meno del 10% del tempo lavorativo a questa lavorazione (Tabella 40).

Per il 42%, la lavorazione dei piccoli diametri occupa fino al 50% del tempo in cui i macchinari sono in funzione. Solamente per l'8% degli intervistati, la lavorazione degli assortimenti di minor dimensione, interessa più del 50% delle ore lavorative durante l'anno (Tabella 40).

Per quanto riguarda la lavorazione giornaliera di piccoli diametri, per il 23% influisce meno del 10% mentre, per il 31%, influisce dal 10% fino al 25%. Per un ulteriore 23% i piccoli diametri rappresentano dal 25% fino al 50% del materiale lavorato giornalmente. Per l'8% l'assortimento di minor diametro, rappresenta dal 50% al 75% del segato. Per il 15% il materiale fine rappresenta la quasi totalità degli assortimenti lavorati (percentuali che variano dal 75% al 100%) (Tabella 40).

5.5.2 Produzione e specie legnose lavorate

Tabella 41: Specie lavorate



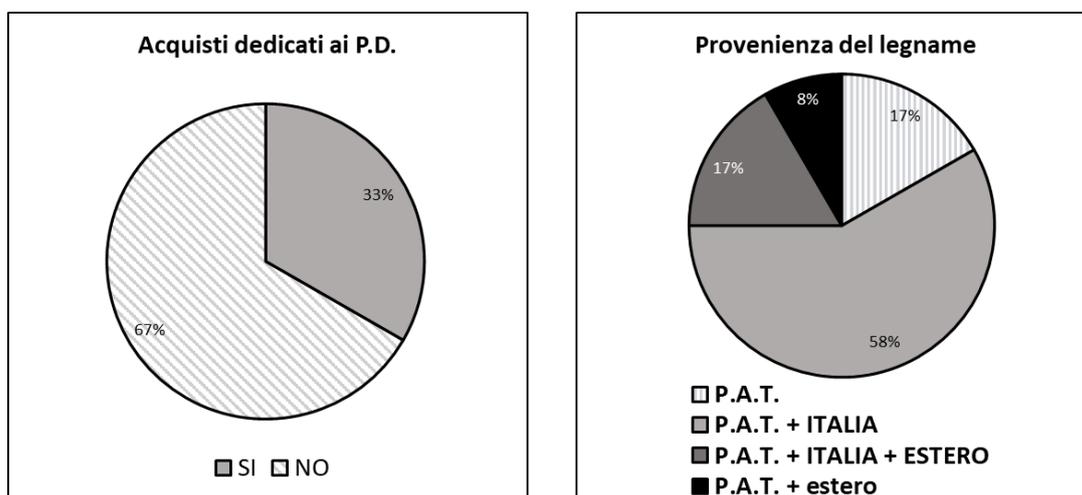
La totalità delle imprese intervistate lavora quasi esclusivamente abete rosso. Le percentuali variano dal 90% al 100% del segato. Per il 50% delle imprese, l'assortimento di piccolo diametro di abete rosso occupa meno del 10% della produzione aziendale di abete rosso. Per il 42% degli intervistati l'assortimento fine rappresenta fino al 50% del segato. Solamente 8% delle imprese lavora solamente materiale di diametro ridotto. Molte imprese, pur avendo a disposizione una linea adeguata, vedono in questi assortimenti un rallentamento nella produzione e quindi tendono a scartarli o a rivenderli ad altre imprese (Tabella 41).

La percentuale di larice che viene segato dalle imprese intervistate, varia dallo 0% al 10%. Per quanto riguarda gli assortimenti di piccoli diametri di larice, non vengono

utilizzati dal 67% segherie. Per l'8% il piccolo diametro supera il 50% del lavorato. Per la restante parte, l'assortimento fine rappresenta dal 25% al 50% del segato (Tabella 41).

5.5.3 Approvvigionamento del legname

Tabella 42: Acquisti dedicati ai piccoli diametri e provenienza del legname

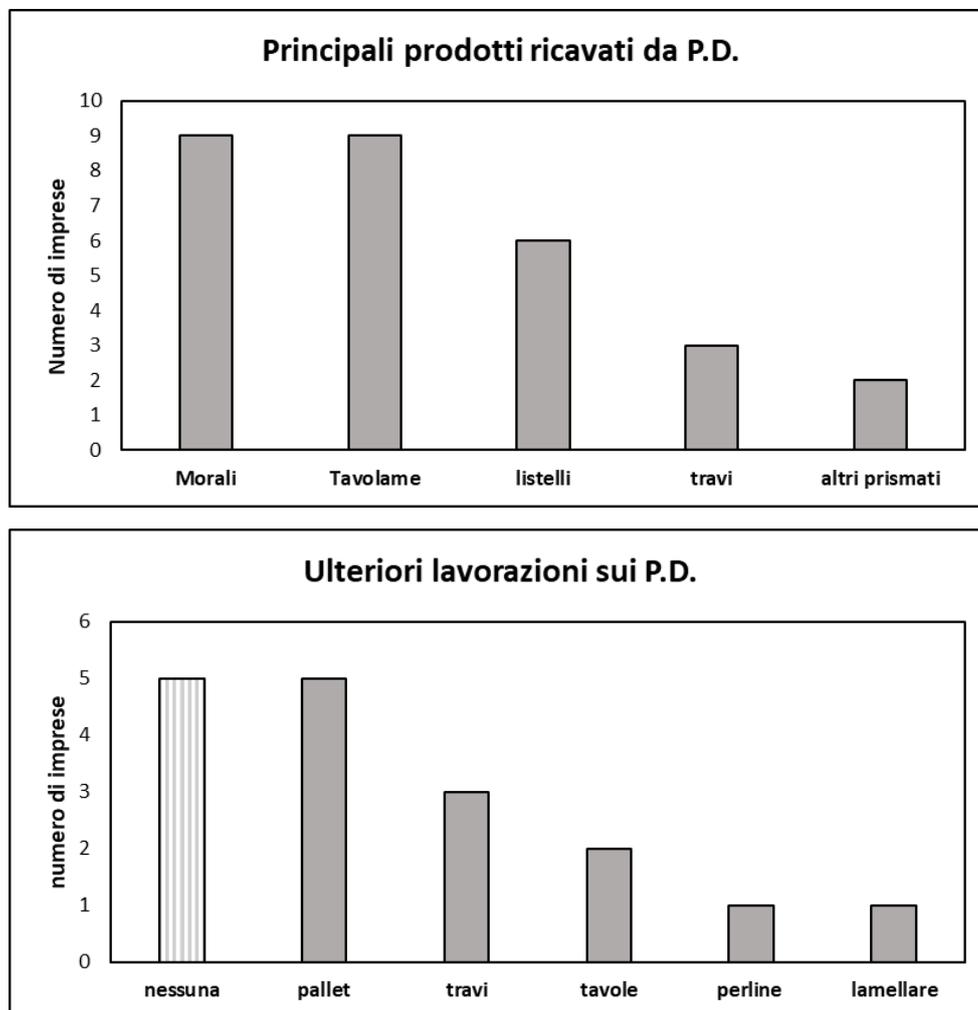


Solamente il 33% delle segherie contattate effettua acquisti dedicati ai piccoli diametri. Per raggiungere questa tipologia di assortimenti, vengono effettuati acquisti: di lotti in piedi con elevate percentuali di piccoli diametri (come ad esempio i diradamenti), di cataste di paleria, acquisti franco stabilimento da imprese di commercianti o da imprese di utilizzazione. L'offerta disponibile in Trentino è ancora molto bassa, le segherie, quindi, non hanno dei canali preferenziali da cui approvvigionarsi e adottano tutte le modalità sopra descritte. La restante parte, pur lavorandone, non effettua acquisti incentrati all'ottenimento di questo materiale (Tabella 42).

Per il reperimento del legname, le imprese trentine si rivolgono principalmente al mercato locale e a quello nazionale. Il 17% acquista solamente legno trentino, mentre, il 58%, si affaccia sia sul mercato provinciale che su quello italiano. L'8% delle imprese, oltre al legname trentino acquista anche legname austriaco. Il restante 17% effettua scambi commerciali sia con realtà locali e nazionali sia con commercianti austriaci (Tabella 42).

5.5.4 Prodotti retraibili dagli assortimenti legnosi di piccolo diametro e principali lavorazioni

Tabella 43: Principali prodotti ricavati dall'assortimento di piccolo diametro e ulteriori lavorazioni



Delle 12 imprese intervistate, 9 riescono a produrre morali e tavolame. 6 realtà si occupano anche della realizzazione di listelli. La produzione di travi è portata avanti da 3 realtà, mentre 2 segherie realizzano anche altri prismati, generalmente si tratta di ordini su misura effettuati da singoli clienti (Tabella 43).

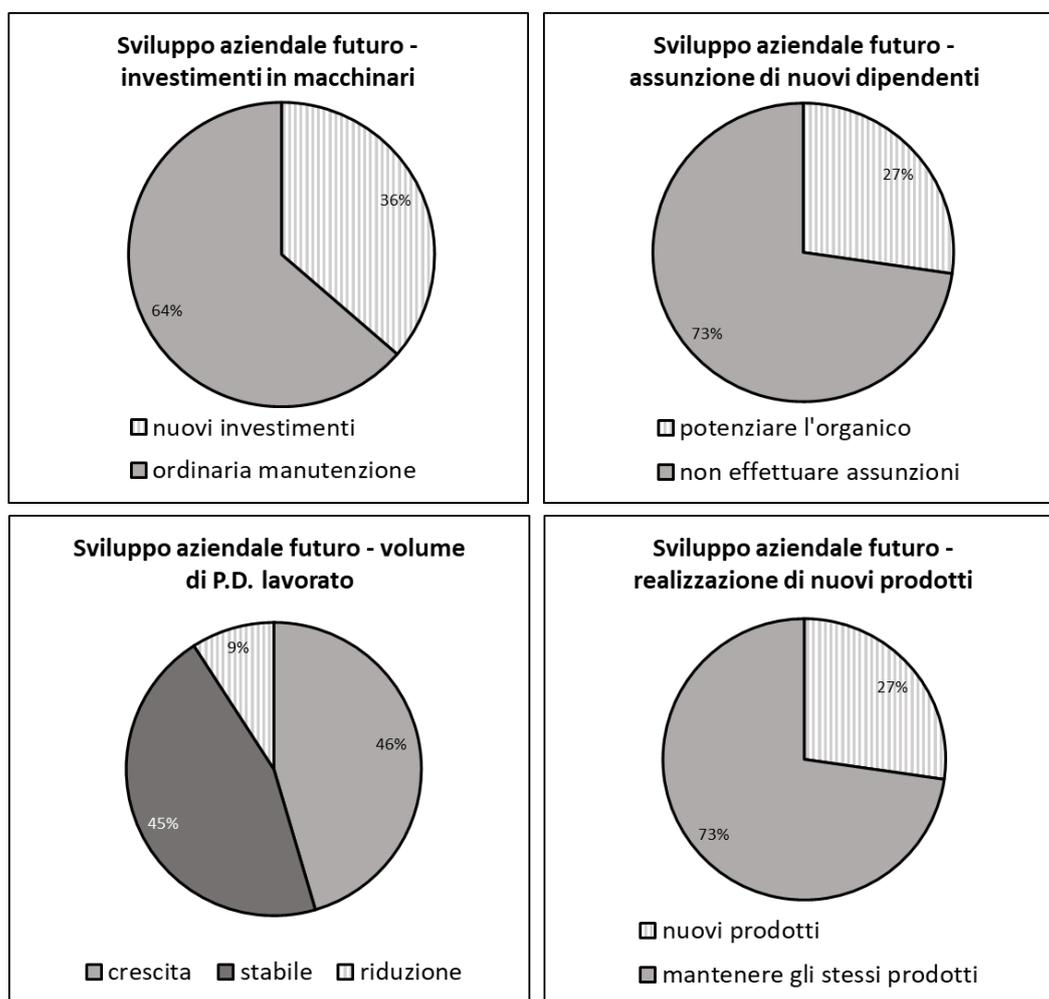
Il 40% degli intervistati, si dedica solamente alla prima lavorazione del materiale legnoso, non effettuando ulteriori lavorazioni. La maggior parte delle imprese che effettuano una seconda lavorazione del legname, si concentrano sul settore dell'imballaggio andando a realizzare pallet (5 segherie delle 12 coinvolte). Travi e tavole sono anch'esse lavorazioni abbastanza diffuse, vengono fabbricate

rispettivamente da 3 e 2 segherie. Meno comune è la realizzazione di perline e di legno lamellare, portata avanti solo da 1 impresa (Tabella 43).

5.5.5 Prospettive per lo sviluppo aziendale futuro

Si sono affrontati quattro macro campi di sviluppo: l'acquisto di nuovi macchinari per la lavorazione di questi assortimenti, l'assunzione di nuovi dipendenti, il volume di piccoli diametri lavorati e lo sviluppo di nuovi prodotti realizzati a partire dai piccoli diametri.

Tabella 44: Sviluppo aziendale futuro



Visti i grandi introiti realizzati nell'ultimo quinquennio, il 64% delle imprese si reputa soddisfatto delle linee di lavorazione installate e non effettuerà ulteriori acquisti. Gli acquisti che verranno effettuati interessano principalmente la seconda lavorazione del legname, in modo tale da poter sfruttare le nuove linee indipendentemente dal

diametro di partenza. Anche sul lato delle nuove assunzioni, il 73% delle imprese non è intenzionato ad incrementare il proprio organico (Tabella 44).

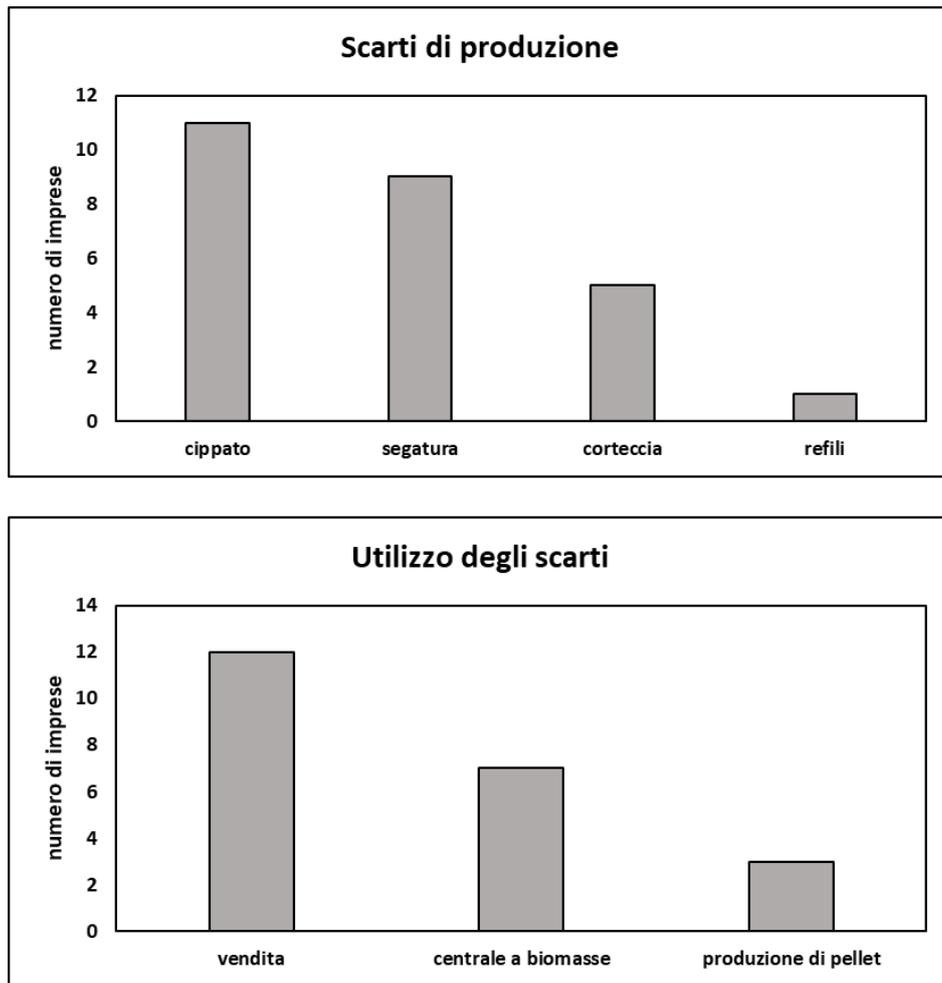
Il 46% delle segherie pensa che, nel prossimo futuro, incrementerà il volume di materiale di piccolo diametro lavorato. Per il 45%, invece, i volumi resteranno costanti e per 9% è intenzionato a ridurli. Qualora il legname disponibile in provincia, non fosse sufficiente a soddisfare la domanda, molte imprese si dicono disposte ad acquistare anche dal mercato estero (Tabella 44).

Sul lato dello sviluppo di nuovi prodotti, solamente il 27% si dice propenso a diversificare la produzione. Gli investimenti riguardano l'ampliamento e/o l'aggiornamento delle linee di seconda lavorazione già presenti all'interno della segheria. In particolar modo, si tratta di investimenti legati al settore della bioedilizia e ad un impianto per la realizzazione di perline (Tabella 44).

5.5.6 Impiego dei sottoprodotti e degli scarti di lavorazione

Gli scarti prodotti dalla lavorazione del tronco da sega sia quelli prodotti dagli assortimenti di piccolo diametro. Questo perché sia le linee di lavorazione tradizionali, sia quelle specializzate per l'assortimento di piccolo diametro, producono gli stessi scarti di produzione. Diventa quindi impossibile differenziare le due produzioni. La maggior parte delle segherie differenzia gli scarti in cippato e segatura. La corteccia è poco rappresentata anche in relazione al materiale lavorato in questo particolare momento storico. Durante l'utilizzazione in bosco, è possibile che la corteccia del legname bostricato si stacchi e che rimanga sul letto di caduta o in piazzale. L'utilizzo dei *canter* come macchinario per la segazione riduce notevolmente la produzione di refili.

Tabella 45: Scarti di produzione e il loro utilizzo



Il 59% delle imprese intervistate si sono dotate di una centrale a biomassa in modo tale da poter soddisfare i fabbisogni di energia termica dell'azienda. L'aliquota di biomassa che non viene reimpiegata, viene venduta. Il 25% delle imprese si sono dotate di una pellettatrice per produrre autonomamente il pellet, partendo dagli scarti di lavorazione. Questo permette di incrementare il profitto ottenibile dalla lavorazione del legname. Tra le imprese intervistate non si registra nessuna realtà che venda l'energia prodotta dalle centrali (Tabella 45).

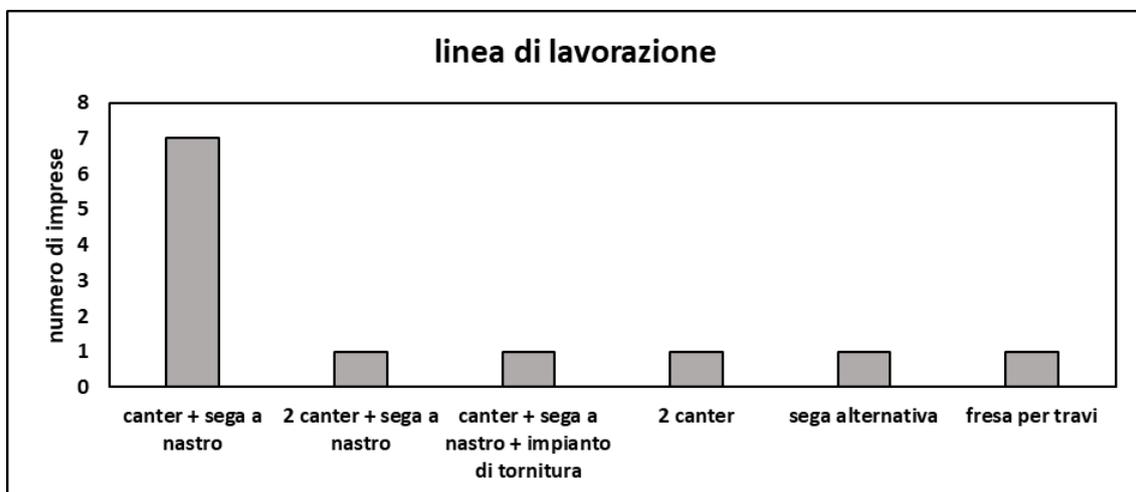
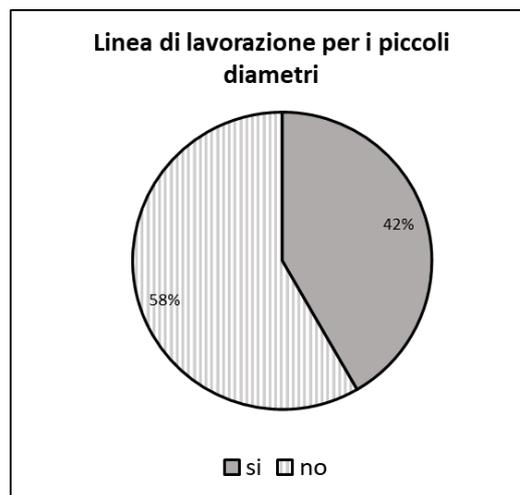
5.5.7 Linee di segazione e rese di lavorazione

Ad oggi, il 42% delle imprese in grado di lavorare assortimenti di piccolo diametro è dotato di una linea specifica per la loro lavorazione. Il sistema di lavorazione più diffuso è caratterizzato da un *canter* iniziale, necessario per squadrare il tronco e una successiva sega a nastro che, collegata ad un software, permette di ottimizzare la

tipologia di prodotti retratti. Le linee composte da fresa oppure quelle a *canter* e sega con nastro che implementano l'impianto di tornitura, vengono utilizzate esclusivamente per la produzione di travi (Tabella 46).

Le quattro ditte specializzate nella lavorazione di piccoli diametri utilizzano quattro linee differenti: una o due coppie di *canter* combinata con sega a nastro, solamente due coppie di *canter* e una fresa per travi (Tabella 46).

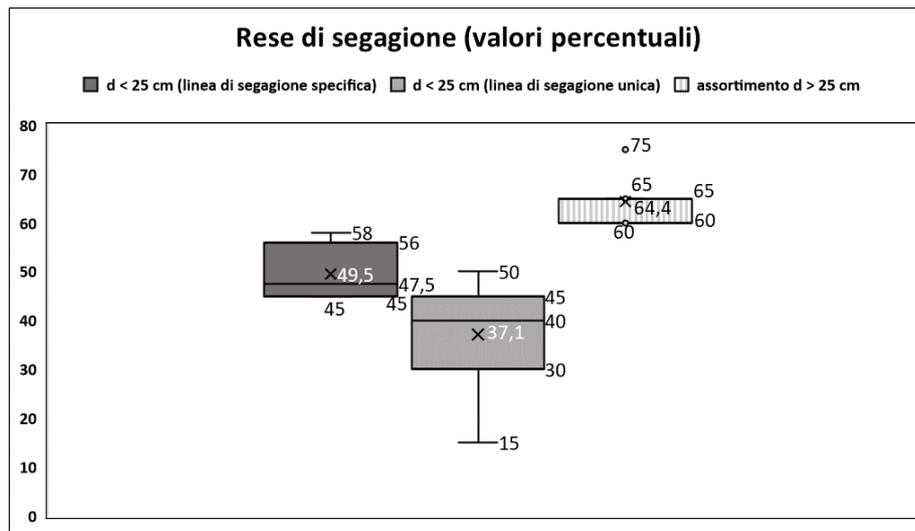
Tabella 46: Imprese con linee di lavorazione specializzate nella lavorazione dei piccoli diametri



La linea più diffusa è quella che utilizza, da solo o combinato con altri strumenti, il *canter*. Con *canter* si indica un macchinario, caratterizzato da una serie di frese poste frontalmente l'un all'altra, in grado di processare il tronco e di ottenere due facce parallele lavorate. Il prodotto di scarto che si ricava da questa lavorazione è il cippato. Generalmente, è presente una coppia di *canter* per linea, quindi si necessita di due passaggi, con una rotazione di 90° lungo l'asse del pezzo, per

ottenere un tronco completamente squadrato. Alcune realtà si sono dotate di linee con una doppia coppia di *canter*. Qualora sul tronco si vogliono eseguire ulteriori operazioni di taglio, il *canter* viene abbinato ad una segatronchi, generalmente del tipo “sega a nastro”, che, grazie ad un software, riesce ad ottimizzare i prodotti retratti e a massimizzare la resa di segagione.

Tabella 47: Rese di segagione



Si è quindi andato ad analizzare le rese di segagione dichiarate che è possibile realizzare partendo da una linea di segagione specifica per i piccoli diametri e da una linea unica. Si è poi valutata la resa sui diametri normali per un confronto diretto.

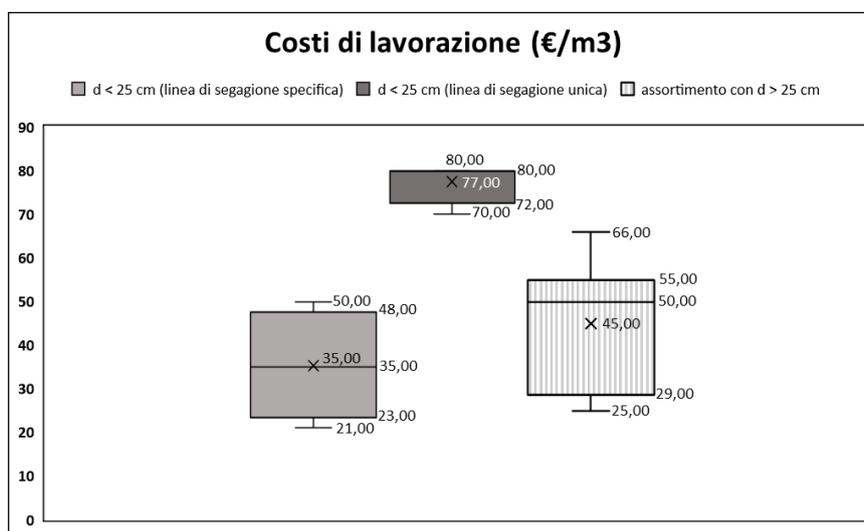
L’impiego di una linea specifica permette di ottenere una resa di poco inferiore al 50%, con valori massimi che arrivano fino al 58%. Al contrario, utilizzando una linea di segagione tradizionale, si ottengono rese di lavorazione nettamente inferiori (il valore medio è del 37%). Dal grafico si nota come la resa minima che si può ottenere con una linea specifica è comunque superiore al valore medio della linea tradizionale. L’unica segheria che, con una linea tradizionale, raggiunge la massima resa di lavorazione ottiene dei valori di poco superiori al valore medio che si otterrebbero con una linea specifica (Tabella 47).

I dati fanno riferimento alla media degli ultimi anni. Le stime presentate sono quindi calcolate sulla lavorazione di materiale di qualità medio/bassa e quindi, verosimilmente, sottostimano le rese ottenibili in un contesto ordinario con segagione di materiale fresco.

Per quanto riguarda la lavorazione dell'assortimento di diametro maggiore, le rese ottenibili sono nell'ordine del 64%. La variabilità all'interno del campione analizzato è molto ridotta, la maggior parte dei valori sono concentrati in 5 punti percentuali (Tabella 47).

L'impiego di una linea unica per la lavorazione dell'assortimento di minor diametro, fa sì che la resa ottenibile sia del 42% inferiore rispetto a quella ottenibile segando un tronco da sega normale. Questa differenza si abbassa al 25% qualora venga impiegata una linea di segazione specifica (Tabella 47).

Tabella 48: Costi di lavorazione



Alla domanda inerente ai costi lavorazione, il 35% delle imprese ha preferito non rispondere. Tutte le segherie con una linea di lavorazione specifica hanno completato questo campo.

L'implementazione di una linea di segazione dedicata alla segazione dei piccoli diametri consente di abbattere notevolmente i costi di lavorazione. Si passa dai 77,00 €/m³ sostenuti da un'impresa con linea tradizionale ai 35,30 €/m³ di una segheria con linea dedicata (Tabella 48).

A causa delle diverse linee installate e del numero ridotto di campioni disponibili, la variabilità dei costi con linea di segazione specifica è abbastanza ampia, variando da 21,00 €/m³ a 50,00 €/m³. Ciononostante, anche la linea con i maggiori costi di lavorazione permette di processare il piccolo diametro con dei costi nettamente

inferiori a quelli che si avrebbero utilizzando una linea di segazione tradizionale (Tabella 48).

Per quanto riguarda i costi necessari alla lavorazione del tronco da sega normale, i valori variano da 25,00 €/m³ a 66,00 €/m³, con un valore medio di 45,00 €/m³. La variabilità interna al campione è da associare a diverse linee di segazione e alle differenti tipologie di assortimenti retratti (Tabella 48).

Dal grafico precedente, si può notare come avere una linea specifica per la lavorazione dei piccoli diametri renda, in primo luogo, efficiente ed economicamente efficiente la loro lavorazione. In secondo luogo, l'implementazione di queste linee fa sì che la lavorazione tradizionale del tronco da sega sia, in alcuni casi, più costosa di quella dei piccoli diametri.

Il quadro che compare da questa analisi è piuttosto variegato. La tempesta Vaia e l'emergenza bostrico hanno reso disponibile sul mercato locale ingenti volumi di legname. Le segherie, pur disponendo di macchinari in grado di lavorare anche assortimenti di minor dimensione, hanno preferito concentrare la produzione su assortimenti di maggior diametro. Anche gli investimenti fatti negli ultimi anni sono, per lo più, indirizzati verso la lavorazione di assortimenti normali, con l'eccezione di alcune aziende che hanno saputo sfruttare un'interessante nicchia di mercato.

Le aziende prive di una linea specifica di lavorazione per i piccoli diametri, vista soprattutto la ridotta economicità, non considerano questi assortimenti come un'opportunità, tendendo quindi a scartarlo. Per la maggior parte delle imprese, infatti, questo assortimento rappresenta meno del 25% del volume di tondo segato.

Le segherie si mostrano interessate solamente al legname di conifera, vista anche l'elevata disponibilità sul mercato e la plasticità nel suo utilizzo. Gli intervistati non sembrano interessati, nemmeno in prospettiva futura, a diversificare gli approvvigionamenti. Il legname più utilizzato, anche per gli assortimenti di piccolo diametro, è quello di abete rosso. Il legname di larice, vista anche la ridotta offerta disponibile, viene utilizzato quasi esclusivamente per produrre travature ed altri

assortimenti di maggior pregio. L'impiego di paleria di larice è esclusivo di poche imprese con una linea di segazione dedicata.

Solamente le imprese che hanno implementato una nuova linea di segazione dedicata effettuano acquisti specifici di piccoli diametri.

Le imprese trentine si rivolgono principalmente al mercato locale (17%) e a quello trentino e italiano (58%). Le segherie che, annualmente, lavorano volumi contenuti, si rivolgono principalmente al mercato locale e, qualora si trovassero in comuni vicino al confine provinciale, anche a quello nazionale. Le imprese con maggior capacità lavorativa si affacciano anche sul mercato internazionale, mantenendo però, come prima fonte di approvvigionamento, il mercato trentino e quello nazionale.

Le segherie intervistate, negli anni, si sono sviluppate nel settore degli imballaggi. Infatti, i principali prodotti retratti da questi assortimenti sono morali e listelli, necessari per la realizzazione dei pallet. Altre imprese, invece, si stanno dedicando alla realizzazione di travi e di perline.

Nonostante gli utilizzi del legname di piccolo diametro, e di minor pregio in generale, siano molteplici, le segherie trentine non sembrano interessate a specializzarsi nella bioeconomia. Una sola impresa si sta dedicando alla produzione di legno lamellare.

Molte imprese hanno deciso di ingrandirsi a seguito della tempesta Vaia e, viste le forti incertezze sul futuro, le imprese, in particolar modo quelle più piccole, non hanno in progetto nuove investimenti.

6. CONCLUSIONI

Su scala internazionale si sta assistendo ad un'incertezza nel reperimento del legname e, anche nel contesto locale, nel prossimo futuro, è probabile che si verifichi una contrazione dell'offerta di legname nelle aree danneggiate da fattori atmosferici e biologici. Dall'altro lato però, le politiche internazionali relative alla bioeconomia stanno spingendo ad un utilizzo sempre maggiore del materiale legnoso e, in genere, delle biomasse. Uno degli obiettivi per il prossimo futuro sarà quindi quello di mantenere alti livelli di offerta di legname grezzo basate su buone pratiche gestionali evitando che un'eccessiva domanda di legname favorisca il commercio di legname di provenienza illegale o comunque da forme non sostenibili di gestione forestale (Lundmark *et al.*, 2024). Per limitare fenomeni di questo tipo sarà quindi necessario incrementare l'offerta da vie secondarie. Ad esempio, l'incremento della raccolta e del trattamento dei prodotti secondari delle lavorazioni industriali e la deviazione dai rifiuti urbani organici in discarica verso l'uso energetico e costruttivo, incrementerebbero la disponibilità di biomassa sul mercato (Lundmark *et al.*, 2024). L'impiego di sottoprodotti del legno o residui della selvicoltura da gestione forestale responsabile e l'applicazione in genere del principio della valorizzazione "a cascata" del legname non influenzerebbero il bilancio finale della produzione di anidride carbonica.

Per quanto riguarda la coltivazione dei terreni per incrementare la produzione di biomassa, sarà necessario incentivare solamente gli investimenti in terreni che altrimenti resterebbero abbandonati o in condizioni di degrado. È comunque sconsigliabile l'ulteriore incremento dell'importazione di biomassa, anche da gestione sostenibile, da altri Paesi per evitare che il risparmio di CO₂ venga neutralizzato da quello connesso alla logistica.

Se da un lato Vaia ha interessato solamente la parte orientale del territorio provinciale, negli anni successivi, il coleottero è riuscito a diffondersi in tutte le peccete trentine. Questo ha comportato che ingenti volumi di materiale legnoso venissero immessi sul mercato. Le imprese locali di utilizzazione forestale e di prima lavorazione forestale, per essere sempre più competitive e, quindi per potersi aggiudicare le aste, hanno

investito in nuovi macchinari sempre più performanti e adatti a lavorare grandi quantità di legname.

La capacità lavorativa delle imprese forestali è passata dai 540.00 m³ di legname utilizzato nel 2018 ai 700.00 m³ nel 2023. Sul lato delle imprese di prima lavorazione, la capacità di segagione è passata dai 750.000 m³ nel 2018 ai 1,2M m³ nel 2023. Il volume attualmente lavorato dalle segherie locali è pari a circa 3 volte la ripresa ordinaria provinciale prima di Vaia (Servizio Foreste, 2024).

La tempesta Vaia e la successiva emergenza bostrico hanno posto le basi per un cambio significativo della gestione selvicolturale del Trentino.

Ad oggi, il Trentino si trova diviso tra due realtà: i boschi delle valli orientali e parte di quelli occidentali, pesantemente colpiti dalla tempesta e dal bostrico, e le peccete occidentali, colpite solo parzialmente dall'epidemia o risparmiati in toto. Se, per il secondo caso descritto, si procederà con una gestione selvicolturale ordinaria, finalizzata alla stabilità e all'incremento della biodiversità dei popolamenti, per il primo caso, le sfide da affrontare saranno di rilievo. L'assenza, quasi totale, di copertura arborea impone delle scelte focalizzate sul ripristino forestale. Ad esempio, l'impiego di strutture che vadano a preservare la rinnovazione naturale, come ad esempio l'esecuzione di abbattimenti direzionati o la creazione di recinti in modo da proteggere le piantine dal brucamento dei cervidi. La realizzazione di impianti forestali, è una selezione che va adottata solamente in aree in cui la rinnovazione sia assente o in casi dove si verificano evidenti criticità per il suo insediamento.

Per la corretta gestione dei boschi di neo-formazione e per un'adeguata valorizzazione dei boschi adulti – maturi ancora in condizioni regolari o che verranno tagliati a seguito delle ultime fasi dell'epidemia di bostrico, si rende doverosa una corretta valorizzazione di tutti gli assortimenti legnosi retraibili. L'innalzamento del diametro minimo di utilizzazione ha velocizzato le operazioni di taglio ed esbosco del materiale atterrato ma ha però portato ad ingenti perdite per i proprietari forestali. Nelle fasi più critiche tale valore ha più volte raggiunto i 25 cm. Tra il 2019 e il 2020, la maggior parte dei tagli effettuati consisteva in tagli di sgombero del materiale schiantato o in ampi tagli a buche su boschi colpiti duramente dalla diffusione del coleottero. La

percentuale di materiale con diametro inferiore a tale soglia è consistente, rappresenta almeno il 14% nei popolamenti adulti e circa l'11-12% nei popolamenti più maturi. Per le fustaie disomogenee questo valore supera il 18%, percentuale che è destinata ad aumentare nei popolamenti disetanei. Se si considera che la maggior parte delle imprese di prima lavorazione tende a non acquistare materiale al di sotto dei 30 cm, la percentuale che questi assortimenti occupano all'interno del lotto non scende mai sotto il 25% e supera, nei popolamenti adulti e in quelli disomogenei, il 30%.

La valorizzazione dei piccoli diametri non riguarderà solamente i "nuovi boschi" ma interesserà anche la gestione ordinaria dei boschi. Infatti, per i boschi adulti, circa il 75% del volume di assortimenti di piccolo diametro deriva dall'utilizzazione delle parti apicali delle piante con diametro a petto d'uomo superiore ai 25 cm. Nei boschi maturi, la percentuale scende al 40-50%, rimanendo però molto significativa. Nei boschi disomogenei la percentuale di piccoli diametri ricavabili da piante con diametro normale raggiunge il 93%.

Vista la scarsa numerosità di dati disponibili ed utilizzabili, la difficoltà nel reperire i dati e le problematiche legate al danneggiamento e deperimento delle parti apicali delle piante che hanno sottostimato le rese, questi dati sono caratterizzati da un discreto tasso di incertezza e da una ridotta rappresentatività. Si rende quindi necessario, in futuro, la conduzione di ulteriori approfondimenti mirati.

L'andamento del prezzo del legname è, nel tempo, sempre stato soggetto a continue oscillazioni. Nel biennio successivo a Vaia, gli ingenti volumi che si sono resi disponibili sul mercato, hanno fatto crollare il prezzo del tronco da sega quasi del 40%, portando l'attenzione sugli assortimenti di piccolo diametro, quindi sulla paleria. Si è notato che, nello stesso biennio, il numero di vendite è risultato così ridotto da rendere impossibile la stima del valore medio. Questo evidenzia che, ancora una volta, il legname di piccolo diametro, nella maggior parte dei casi, non sia stato oggetto di vendite ma, di fatto, sia stato ceduto a titolo gratuito alle imprese utilizzatrici.

Osservando le serie storiche delle vendite a strada a livello provinciale, si può notare che tra il prezzo al metro cubo del tronco da sega e quello della paleria c'è una

differenza del 32%. Secondo quanto riportato dal dott. Bertagnolli, la paleria ricavata dai boschi della Magnifica Comunità di Fiemme viene venduta applicando solamente una riduzione del 10-15%. Applicando, anche nei capitolati di vendita provinciali, questa scontistica, si riuscirebbe dimezzare la svalutazione di questo assortimento.

Approfondendo il settore delle utilizzazioni forestali, è emerso come la valorizzazione degli assortimenti di piccolo diametro vari anche in relazione alla modalità con cui vengono utilizzati i lotti boschivi. Considerando il diametro in punta, è stato possibile constatare come, solamente per il 27% delle imprese che acquistano lotti in piedi, il diametro minimo per cui viene richiesta la lavorazione sia uguale o inferiore ai 10 cm. Al contrario, nei lotti utilizzati in conto fatturazione, questa percentuale raggiunge il 46%, permettendo quindi una maggior valorizzazione del materiale fine.

Nell'ultimo quinquennio, i lotti lavorati dalle imprese hanno riguardato, per lo più, interventi per la rimozione degli schianti e per il contenimento dell'epidemia da bostrico. I dati emersi da questi cantieri mostrano come, per il 50% delle imprese, la percentuale di piccoli diametri superi il 20% del lavorato. Sul totale delle imprese boschive analizzate, il 28% ha dichiarato che i topi legnosi con diametro minore rappresentano più del 30 e del 40%.

Le imprese trentine hanno trovato nelle segherie e nelle segherie specializzate nella produzione di imballaggi un ottimo mercato per la vendita di questi assortimenti.

Il forte legame con le risorse boschive locali, fa sì, che nel prossimo futuro, le imprese locali scelgano di restare all'interno dei confini delle proprie vallate e di quelli trentini. Le imprese provenienti dal Trentino occidentale prevedono una stabilità dei volumi lavorati di legname di piccolo diametro. Questo perché i boschi sono stati colpiti solo parzialmente dagli attacchi del bostrico e quindi si continuerà con una gestione selvicolturale ordinaria. Al contrario, le imprese provenienti dagli U.D.F. di Cavalese, Primiero e Borgo vedono, nella lavorazione dei piccoli diametri, ovvero negli interventi selvicolturali sui boschi giovani non colpiti dal bostrico e sui diradamenti nei boschi di neoformazione, ottime prospettive di lavoro futuro.

Sul lato degli investimenti in nuovi macchinari in grado di lavorare anche in boschi più fitti, alcune imprese si stanno già dotando di *harvester* specializzati e di processori capaci di essere performanti anche su diametri minori. In ottica di concorrenza futura, le ditte che lavorano con le gru a cavo, non si dicono preoccupate per via delle competenze sviluppate negli anni e per il fatto che sono in grado di lavorare in boschi dove i macchinari più complessi non sono in grado di lavorare. La concorrenza dall'estero, per il momento, non rappresenta una preoccupazione per le ditte locali. La conoscenza del territorio, le consolidate relazioni con gli altri operatori della filiera e le abilità dimostrate negli anni li mettono in una posizione di mercato dominante rispetto alle ditte estere.

La vera preoccupazione per le ditte boschive arriva dalle segherie locali dotatesi di imprese boschive proprie. Queste, visto l'ulteriore guadagno ricavato dalla lavorazione del legname, riuscirebbero ad abbassare notevolmente il prezzo, rendendo impossibile la competizione con le imprese boschive specializzate.

L'idea che, nell'ottica della multifunzionalità, la singola impresa boschiva possa avere in gestione su base contrattuale pluriennale anche di attività legate alla gestione delle infrastrutture e del patrimonio forestale in generale, non è ancora molto diffusa e, vista l'ampia variabilità delle condizioni locali e la mancanza di esperienze consolidate, viene persino vista con scetticismo da alcuni operatori. Per ciò che riguarda la realizzazione di interventi forestali complementari, alcune imprese si stanno muovendo per contribuire attivamente ai rimboschimenti.

La lavorazione dell'assortimento di piccolo diametro risulta particolarmente costosa, rispetto a quella del tronco da sega, per le imprese dotate di motosega e gru a cavo o verricello. Nel primo caso la differenza tra i valori medi ricavati è di 14 €/m³, invece, esboscando con un verricello, i costi al metro cubo aumentano di 11€. Con *harvester* e *forwarder* la differenza tra le due lavorazioni è di appena 2 €/m³. L'impiego di questi macchinari velocizza e semplifica il taglio e l'allestimento del legname, abbattendo i costi di lavorazione.

Il settore delle prime lavorazioni forestali trentino è caratterizzato, ad oggi, da 15 imprese in grado di lavorare, ordinariamente, l'assortimento legnoso di piccolo

diametro. Di queste, quattro hanno deciso di specializzarsi in maniera preponderante nella segazione di questo assortimento. Dai dati raccolti si può stimare un fabbisogno di assortimenti di piccolo diametro annuo poco inferiore a 260.000 m³. Visti gli obiettivi aziendali portati avanti da alcune realtà locali, questo dato, nel prossimo futuro, è destinato a crescere.

A livello locale, la specie legnosa che maggiormente si presta a soddisfare le richieste del mercato nell'ambito dei piccoli diametri è l'abete rosso. La forte prevalenza di questa pianta sulle altre conifere e sulle latifoglie è da attribuire sicuramente alla predominanza di questa specie all'interno delle foreste trentine e ad altre evidenti questioni di mercato. Infatti, le segherie trentine, per i loro acquisti, si rivolgono principalmente al mercato provinciale e, in percentuale minore, a quello nazionale. Solo raramente le imprese acquistano legname proveniente da foreste austriache. Questi dati sono sicuramente influenzati dagli ingenti volumi di legname di abete rosso immessi sul mercato a seguito degli eventi dell'ultimo quinquennio.

L'assortimento di piccolo diametro viene trasformato in morali, tavolame, listelli e travi. Diverse sono le imprese che si stanno specializzando nella seconda lavorazione del legname. In particolar modo, le segherie si stanno indirizzando verso il settore dell'imbballaggistica dedicandosi alla produzione di pallet. Altre realtà si stanno dedicando alla lavorazione di travi, tavole e perline e di legno lamellare.

L'incertezza verso il prossimo futuro spinge la maggior parte delle imprese a non investire in nuovi impianti di lavorazione o nell'assunzione di nuovo personale. Le segherie che sono riuscite a specializzarsi sulla lavorazione del piccolo diametro riescono a raggiungere la maggior parte degli assortimenti disponibili sul mercato, escludendo dai giochi tutte le altre realtà. Questo, da un lato non invoglia le altre aziende ad investire in questo settore, dall'altro riduce la concorrenza delle imprese interessate a questo materiale.

Il materiale attualmente lavorato dalle segherie locali è, per lo più, legname bostricato che generalmente arriva in segheria già privo della corteccia; questa influisce in maniera ridotta sugli scarti prodotti. La maggior parte delle imprese lavora il materiale impiegando linee di segazione dotate di *canter* e di segatronchi a nastro. Questo fa sì

che gli scarti maggiormente rappresentati siano il cippato e la segatura. Per completare l'utilizzo "a cascata" del legname, alcune imprese si sono dotate di una caldaia a biomassa in grado di soddisfare il fabbisogno energetico dell'impresa. Ciononostante tutti gli intervistati vendono, anche parzialmente, gli scarti prodotti. Solamente tre segherie si sono dotate di un impianto per la produzione di pellet.

L'impiego di una linea specifica per la lavorazione del piccolo diametro permette di incrementare la resa di lavorazione del 12%. Le diverse linee installate dalle segherie specializzate consentono di raggiungere rese dal 45% al 58%. Nei casi in cui venga utilizzata una linea di segazione classica, ottimizzata per gli assortimenti normali, per la lavorazione dell'assortimento di piccolo diametro, la resa media è del 37% con valori minimi del 15%.

Per quanto riguarda le rese di lavorazione del tondo da sega si registrano valori superiori. Il valore medio supera il 64%. Questo è da attribuire sia alla maggiore specificità degli impianti di segazione tradizionale per gli assortimenti di maggior diametro, sia per la più bassa qualità di partenza del legname di minor diametro.

L'implementazione di una linea specifica di lavorazione permette di ottenere sia una riduzione dei costi di lavorazione dell'assortimento di piccolo diametro ma garantisce dei risultati migliori anche rispetto alla lavorazione del tronco da sega. Il costo medio per la lavorazione del materiale fine con una linea specifica è di 35,00 €/m³; utilizzando una linea di segazione tradizionale i costi salgono a 77,00 €/m³. Al contempo, la segazione del tondo costa, in media, 45,00 €/m³.

Le imprese che hanno deciso di investire nel settore dei piccoli diametri hanno sottolineato come l'offerta di tali assortimenti disponibile sul mercato locale sia piuttosto limitata. La corretta valorizzazione di questo materiale, ad esempio mediante la realizzazione di cataste di paleria, gioverebbe sia al proprietario forestale che all'impresa di prima lavorazione.

Le prospettive per il settore forestale trentino sono incerte e piene di interrogativi. Se da un lato, l'avanzata del bostrico sembra rallentarsi, rimangono i dubbi circa la ricostruzione delle foreste. Le imprese di utilizzazione e quelle di prima lavorazione

spingono per la realizzazione di importanti rimboschimenti artificiali, in grado di garantire, nel più breve tempo possibile, nuova disponibilità di materiale. I proprietari forestali, supportati anche dal parere tecnico del Servizio Foreste, danno priorità all'insediamento naturale della rinnovazione, garantendo la formazione di boschi stabili e in grado di adattarsi ai cambiamenti climatici in atto.

Nel prossimo futuro ci si attende una forte competizione per accaparrarsi i pochi lotti di legname maturo che saranno disponibili, competizione che, vista la situazione fitosanitaria europea, arriverà anche dall'estero.

Sul lato dei prodotti legati alla bioeconomia, la realtà trentina non sembra interessata al loro sviluppo e, soprattutto tra le piccole imprese, il grado di conoscenza di questi possibili sviluppi è molto limitato. È quindi necessario porsi la domanda se una bioraffineria forestale possa essere considerata un'opportunità per il contesto locale. Attualmente, in Trentino, la corteccia e il cippato provenienti dalle utilizzazioni boschive e dagli scarti di lavorazione delle segherie vengono venduti per la produzione di energia elettrica, sia a centrali termiche che a centrali di cogenerazione. Il prezzo, specie per gli scarti prodotti in bosco, è relativamente basso a causa dell'elevato contenuto di umidità; generalmente vengono venduti a 20 €/m³ (Tamantini et al., 2021).

Il valore finale della lignina e della cellulosa biotrasformata varia in relazione al prodotto che viene realizzato. I composti più richiesti dal mercato sono xilitolo, furfurolo, acido levulinico e acido formico, derivati dall'emicellulosa; etanolo, acido lattico, sorbitolo e nanocellulosa, prodotti dalla lavorazione della cellulosa, vanillina e lignosolfonati, ottenuti a partire dalla lignina (Tamantini *et al.*, 2021).

Un'altra voce che incide particolarmente sul costo finale dei prodotti è quella della logistica e dei trasporti. Ad esempio, sulla produzione di bioetanolo, può incidere fino al 60%, rendendo conveniente la vendita solo se effettuata entro 200 km di distanza dal centro di produzione.

Infine, la possibilità di creare una bioraffineria all'interno del contesto provinciale e di sviluppare nuovi prodotti legati alla bioeconomia è messa in relazione con la

disponibilità (quantità e qualità) della biomassa che, nel prossimo futuro, sarà disponibile sul territorio. Il continuo aggiornamento dei piani di gestione forestale permette di stimare l'approvvigionamento di biomassa derivante dalle foreste di proprietà pubblica. Rimangono esclusi dalle stime i volumi prodotti dai boschi privati non soggetti a pianificazione e quelli prodotti dal settore delle prime lavorazioni e della falegnameria

Visti gli scenari attuali e i probabili scenari, che si verificheranno in futuro, si rende di fondamentale importanza, adeguare la gestione forestale a queste nuove prospettive. In particolare le dinamiche del mercato e i problemi legati agli eventi estremi, sempre più frequenti e, ormai, a cadenza ordinaria, influenzeranno le gestioni delle risorse naturali. Da questo punto di vista, il mercato degli assortimenti legnosi di minor diametro può rappresentare una buona opportunità a fini economici e gestionali. La politica forestale, sia su scala locale che su scala nazionale, deve prendere atto di questi cambiamenti, favorendo lo sviluppo di un mercato che armonizzi e aggiorni le modalità di gestione con gli sviluppi della bioeconomia e dei nuovi settori che si stanno affermando sul mercato internazionale.

Bibliografia

- - 2007. Legge Provinciale della Provincia Autonoma di Trento 23.5.2007 n.11. Legge provinciale sulle foreste e sulla protezione della natura. Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette. Supplemento n. 2 al Bollettino del 05 giugno 2007, n. 23
- - 2023. Determinazione della Giunta Provinciale della Provincia Autonoma di Trento 10101/2023.
- AA. VV. EU Biomass Use in a Net-Zero Economy: A course correction for EU biomass, 2021
- Assessorato all'agricoltura, foreste, caccia e pesca, Servizio Foreste – Agenzia Provinciale delle Foreste Demaniali, 2020. Stato di attuazione del Piano d'azione per la gestione degli interventi di esbosco e ricostruzione dei boschi danneggiati dagli eventi eccezionali nei giorni dal 27 al 30 ottobre 2018 – Terzo Report. Provincia Autonoma di Trento
- Bonamini G e Uzielli L., 2021. Manuale di Scienza e Tecnologia del Legno. Edizioni Clut
- Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento, 2009. Raccolta Provinciale degli usi dei Prodotti della Selvicoltura. Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento
- Cavalli R., 2023. Appunti del corso di Utilizzazioni Forestali. Università degli Studi di Padova
- Chirici G., 2019. Stima dei danni della tempesta “Vaia” alle foreste in Italia. Forest@ 16: 3-9
- Cluster Spring. 2023. Documento di posizione su filiera legno e biomasse. Cluster Spring
- de Jong, E., Higson, A., Walsh, P., Wellisch, M., 2012. Bio-based Chemicals. Value Added Products from Biorefineries - Task 42 Biorefinery. <http://www.ieabioenergy.com/publications/bio-based-chemicals-value-added-products-from-biorefineries>. IEA Bioenergy - Task 42
- F. X. Aguilar, 2024. UNECE/FAO Data Brief 2023 Wood pellets and wood fuel. UNECE, FAO

- Faccoli M. e Stergulc F., 2004. Ips typographus (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. Journal of Applied Entomology 128: 307 – 311
- G. Grassi, 2021. Il Green Deal Europeo: clima, foreste e biodiversità. Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea.
- Gaddo M. 2022. Analisi meteorologica 2021. Meteo-Trentino, Provincia Autonoma di Trento
- Lundmark R., Wetterund E., Olofsson E., 2024. On the green transformation of the iron and steel industry: Market and competition aspects of hydrogen and biomass options. www.elsevier.com/locate/biombioe
- M. Valois, 2024. UNECE/FAO Data Brief 2023 Pulp, paper and paperboard. UNECE, FAO
- Maria Pergola, Amalia Gialdini, Giuseppe Celano, Marina Basile, Donatella Caniani, Mario Cozzi, Tiziana Gentilesca, Ignazio M. Mancini, Vittoria Pastore, Severino Romano, Gennaro Ventura, Francesco Ripullone. 2016. An environmental and economic analysis of the wood-pellet chain: two case studies in Southern Italy. Springer-Verlag GmbH
- Osservatorio del Legno, Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento, 2023. Andamento dei mercati di legname tondo in trentino. Provincia Autonoma di Trento
- Osservatorio del Legno, Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento, 2017. Andamento dei mercati di legname tondo in trentino. Provincia Autonoma di Trento
- Osservatorio del Legno, Camera di Commercio Industria, Artigianato e Agricoltura di Trento, 2012. Andamento dei mercati di legname tondo in trentino. Provincia Autonoma di Trento
- Provincia Autonoma di Trento - Agenzia Provinciale delle Foreste Demaniali – Servizio Foreste, 2022. Stato di attuazione del Piano d’Azione per la gestione degli interventi di esbosco e ricostituzione dei boschi danneggiati dalla Tempesta Vaia – Report finale. Provincia Autonoma di Trento

- Provincia Autonoma di Trento, Dipartimento di Protezione Civile, Foreste e Fauna, Servizio Foreste, 2023. Piano per l'organizzazione degli interventi di utilizzazione per la lotta fitosanitaria e di ricostruzione dei boschi danneggiati. Aggiornamento anno 2023. Provincia Autonoma di Trento
- Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna, 2008. Linee Tecniche per la pianificazione forestale e aziendale. Provincia Autonoma di Trento.
- Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e Fauna, Scrinzi G. et al., 2010. I nuovi modelli dendrometrici per la stima delle masse assestamentali in provincia di Trento. Provincia Autonoma di Trento.
- Roberto Zanuttini and Francesco Negro, 2021. Wood-Based Composites: Innovation towards a Sustainable Future. <https://doi.org/10.3390/f12121717>
- Schelhaas M.J., 2008a. Impacts of natural disturbances on the development of European forest resources: application of model approaches from tree and stand levels to large-scale scenarios. *Dissertationes Forestales 56*, Alterra Scientific Contributions 23.
- Seidl R. et al., 2017. Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change* 7, 395-402.
- Tamantinini S. et al., 2021. Basic Steps to Promote Biorefinery Value Chains in Forestry in Italy. Athanasios Angelis Dimakis
- Tondi G., 2023. Appunti del corso di Tecnologia dei Prodotti Legnosi. Università degli Studi di Padova
- Torreggiani L., 2019. Schianti da Vento. I principali eventi europei e italiani dal 1950 ad oggi. *Sherwood* 238: 16-18
- Trenti M, 2018. Perturbazione Eccezionale del 27-29 Ottobre 2018. *Meteo-Trentino*, Provincia Autonoma di Trento
- Verkerk, P.J., Hasegawa, M., Van Brusselen, J., Cramm, M., Chen, X., Maximo, Y. I., Koç, M., Lovrić, M., Tegegne, Y. T., 2022. Forest products in the global bioeconomy. Enabling substitution by wood-based products and contributing to the Sustainable Development Goals. Food And Agriculture Organization Of The United Nations

Siti web

- <https://www.legnotrentino.it/it/vendite-legname/classificazione-e-assortimenti/>
- https://www.federlegnoarredo.it/ContentsFiles/5_Fagnelli_FLA.pdf
- https://lifeco2pefandpes.eu/wpcontent/uploads/2023/03/03_03_2023_Chiara_Terraneo_FLA.pdf
- https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- <https://www.confindustriaemilia.it/obiettivi-green-deal-europeo-e-confindustria-servizi#:~:text=Gli%20obiettivi%20del%20Green%20Deal%20europeo%20comprensivo%20una%20serie%20di,energetica%20e%20tutelare%20la%20biodiversit%C3%A0.>
- <https://rivaluta.istat.it/Rivaluta/Widget/calcolatoreWidget.jsp>

ALLEGATI

Vengono riportati in allegato i questionari forniti alle imprese di utilizzazione forestale e alle imprese di prima lavorazione forestale.



Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro (D < 25cm) **Settore utilizzazioni forestali**

a cura di
Servizio Foreste - PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Prima con la Tempesta Vaia e poi con l'epidemia di bostrico, le foreste trentine hanno subito una forte trasformazione. Nei prossimi anni, i boschi saranno caratterizzati da grandi volumi di assortimento di piccolo diametro (D < 25cm). Si è deciso di rielaborare i dati raccolti nel 2021 (Bernardi G., 2021) per capire come le imprese di utilizzazione forestale utilizzino questi assortimenti e quali investimenti faranno, nel prossimo futuro, in questo settore.

A cura dell'intervistatore

Simone Pezzato

Dati aziendali

1.1 Nome Impresa:

1.2 Anagrafica aziendale - REA n. (cfr visura)

1.3 Ragione sociale / Denominazione / Ditta

1.4 Titolare/i

1.5 Indirizzo e-mail aziendale

2 Struttura dell'organico aziendale

Struttura dell'organico aziendale a fine 2023		Fissi	Stagionali
Addetti	Titolari, Contitolari		
	Famigliari collaboratori		
Dipendenti			
Totale:			

2.1 Attività aziendale prevalente

- utilizzazioni forestali
- servizi in ambito silvo-pastorale (Cippatura, ripristino pascoli - castagneti)
- agricoltura
- costruzioni
- movimento terra

2.2 Mesi lavorati nell'anno dedicati alle utilizzazioni forestali e ai servizi silvo-pastorali (cfr. dichiarazione INAIL)

_____ ore/mesi

3 Caratteristiche produttive dell'azienda

3.1 L'azienda aderisce a certificazioni relative alla catena di custodia?

FSC PEFC Altro _____

In merito ai soli lotti a fustaia

3.2 Qual è il volume medio annuo delle utilizzazioni di legname

3.3 **CONTO FATTURAZIONE:** Utilizzazioni su incarico del proprietario del lotto (proprietario forestale o acquirente)

VOLUME LAVORATO (m ³)	Utilizzazione con mezzi propri		Utilizzazione con affidamento ad altre imprese	
	In piedi	In conto fatturazione	In piedi	In conto fatturazione
TOTALE:				

3.4 Per i soli lotti in piedi. Viene effettuata un'assortimentazione? Se sì, definirne i relativi diametri e lunghezze.

3.5 Per i soli lotti in conto fatturazione. Viene effettuata un'assortimentazione? Se sì, definirne i relativi diametri e lunghezze.

3.6 A fini commerciali o contrattuali, qual è il diametro minimo che viene lavorato?

3.7 Sul totale del legname utilizzato, a quanto ammonta la percentuale di piccoli diametri?

20% 40% 60% 80% 100%

3.8 Quali sono le principali destinazioni di vendita dei piccoli diametri?

- imprese dedite alla produzione di imballaggi
 - cartiere
 - segherie
 - altro
-

3.9 Qual è la destinazione di vendita degli assortimenti legnosi di piccolo diametro?

Provenienza acquirente	DESTINAZIONE DI VENDITA DEI PICCOLI DIAMETRI (%)				
	commercianti	Imprese per produzione imballaggi	cartiere	Imprese di prima lavorazione (segherie)	Altro
Trentino					
Nazionale (spec. le 3 regioni più importanti)					

Estero (spec. i 3 Paesi più importanti)					

4 ATTREZZATURA E MACCHINARI PER LA LAVORAZIONE DEI PICCOLI DIAMETRI

4.1 Sistemi di meccanizzazione utilizzati

- motosega + gru a cavo
 - motosega + trattore e verricello
 - harvester + forwarder
 - motosega + forwarder
 - esbosco con elicottero
 - altro
-

4.2 Costo di lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro

MOTOSEGA + GRU A CAVO

COSTO DI UTILIZZAZIONE	€/m ³ per assortimento normale
Abbattimento	
Esbosco	
Allestimento	

Rispetto alla lavorazione dell'assortimento normale, quali variazioni di costo si registrano dalla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro?

20% 40% 60% 80% 100%

MOTOSEGA + TRATTORE E VERRICELLO

COSTO DI UTILIZZAZIONE	DI	€/m ³ per assortimento normale
Abbattimento		
Esbosco		
Allestimento		

Rispetto alla lavorazione dell'assortimento normale, quali variazioni di costo si registrano dalla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro?

20% 40% 60% 80% 100%

HARVESTER + FORWARDER

COSTO DI UTILIZZAZIONE	DI	€/m ³ per assortimento normale
Abbattimento		
Esbosco		
Allestimento		

Rispetto alla lavorazione dell'assortimento normale, quali variazioni di costo si registrano dalla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro?

20% 40% 60% 80% 100%

MOTOSEGA + FORWARDER

COSTO DI UTILIZZAZIONE	DI	€/m ³ per assortimento normale
Abbattimento		
Esbosco		
Allestimento		

Rispetto alla lavorazione dell'assortimento normale, quali variazioni di costo si registrano dalla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro?

20% 40% 60% 80% 100%

ESBOSCO CON ELICOTTERO/ALTRO

COSTO UTILIZZAZIONE	DI	€/m ³ per assortimento normale
Abbattimento		
Esbosco		
Allestimento		

Rispetto alla lavorazione dell'assortimento normale, quali variazioni di costo si registrano dalla lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro?

20% 40% 60% 80% 100%

4.3 Costi di utilizzazione di un diradamento

meccanizzazione	Motosega + gru a cavo	Motosega + trattore + verricello	Harvester + forwarder	Motosega + forwarder	Altro
€/m ³					

5 Sviluppo aziendale nell'utilizzazione dei piccoli diametri nei prossimi 5 anni

5.1 Previsioni sul volume dei lotti di piccoli diametri acquistati nei prossimi 5 anni

Seleziona **solo una** delle seguenti

- In forte riduzione In riduzione Stabile
 In crescita In forte crescita

5.2 In merito agli investimenti in macchinari per l'utilizzazione dei piccoli diametri, l'azienda, nei prossimi 5 anni, ha in programma di:

Seleziona **solo una** delle seguenti:

- acquistare o implementare con nuovi macchinari (ad esempio: piccole testate per l'escavatore)
- Fare ordinaria manutenzione (sostituzione di macchinari obsoleti)
- non investire

Considerazioni finali

Osservazioni finali



Indagine sugli assortimenti forestali di piccolo diametro (D < 25cm) **Settore prime lavorazioni del legno**

a cura di
Servizio Foreste - PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Prima con la Tempesta Vaia e poi con l'epidemia di bostrico, le foreste trentine hanno subito una forte trasformazione. Nei prossimi anni, i boschi saranno caratterizzati da grandi volumi di assortimento di piccolo diametro (D < 25cm). Si è deciso di rielaborare i dati raccolti nel 2021 (Imperiali D., 2021) per capire come le imprese di prima lavorazione utilizzino questi assortimenti e quali investimenti faranno, nel prossimo futuro, in questo settore.

A cura dell'intervistatore

Simone Pezzato

Dati aziendali

1.1 Nome Impresa:

1.2 Anagrafica aziendale - REA n. (cfr visura)

1.3 Ragione sociale / Denominazione / Ditta

1.4 Titolare/i

1.5 Indirizzo e-mail aziendale

2 Struttura dell'organico aziendale

Struttura dell'organico aziendale a fine 2023		Fissi	Stagionali
Addetti	Titolari, Contitolari		
	Famigliari collaboratori		
Dipendenti			
Totale:			

2.1 Ore lavorate nell'anno, escluso lavoro di direzione e amministrazione (cfr. dichiarazione INAIL)

_____ ore

2.2 Stima del numero di ore di lavoro dedicate alla lavorazione dei piccoli diametri

_____ ore

2.3 Numero di personale dedicati alla lavorazione dei piccoli diametri

_____ ore

3 Caratteristiche produttive dell'azienda

3.1 Produzione potenziale massima giornaliera (m³ /giorno) di legname tondo lavorato

_____ m³ /giorno

3.2 Produzione potenziale massima giornaliera (m³ /giorno) di legname tondo di piccolo diametro lavorato

_____ m³ /giorno

3.3 Quantità di legname tondo (m³) lavorata nell'ultimo anno

SPECIE	Volume lavorato (m ³ /anno)	% di piccoli diametri lavorati
Abete		
Larice		
Altre resinose		
Latifoglie		
Altro (spec.)		

3.4 L'azienda aderisce a certificazioni relative alla catena di custodia?

FSC PEFC Altro _____

3.5 L'azienda aderisce a certificazioni di qualità?

CE ISO 9001 ISPM 15 FAO Altro _____

Altro _____ Altro _____

4 Approvvigionamento della materia prima

4.1 Vengono effettuati acquisti dedicati ai piccoli diametri?

Seleziona **solo una** delle seguenti:

- Sì
- No

4.1.1 Se sì,

- acquisto di lotti in piedi con elevate percentuali di piccoli diametri (ad esempio: diradamenti)
- acquisto di cataste specifiche (es: di paleria)
- acquisto franco stabilimento da imprese di commercianti
- acquisto franco stabilimento da imprese di utilizzazione

4.2 Metodo di acquisto del legname tondo sul territorio (stima in %)

Provenienza	Volume totale acquistato (m ³)	Piante in piedi (%)	Allestito su strada (%)	Franco stabilimento da commercianti (%)	Franco stabilimento da imprese di utilizzazione (%)
Trentino					
Nazionale (spec. le 3 regioni più importanti) _____ _____ _____					
Estero (spec. i 3 Paesi più importanti) _____ _____ _____					

4.3 Metodo di acquisto del legname di piccolo diametro sul territorio (stima in %)

Provenienza	Volume totale acquistato (m ³)	Piante in piedi (%)	Allestito su strada (%)	Franco stabilimento da commercianti (%)	Franco stabilimento da imprese di utilizzazione (%)
Trentino					
Nazionale (spec. le 3 regioni più importanti) _____ _____ _____					
Estero (spec. i 3 Paesi più importanti) _____ _____ _____					

5 Caratteristiche della produzione 2023 per i piccoli diametri

5.1 A quanto ammontano i volumi della produzione aziendale, quali sono le rese di lavorazione e come vengono impiegati i prodotti ottenuti?

PRODOTTO	Quantità m ³ o m ² totale	% sul totale da Piccoli Diametri	Resa segagione stimata %	Vendita Diretta %	Reimpiego in azienda %
MORALI					
TAVOLAME					
LISTELLI					
ALTRI PRISMATI					
TRAVI (Fiume, Trieste, fresate)					
RIASSORTIM ENTAZIONE					
ALTRO					

5.2 Quali sono i mercati di vendita diretta dei principali prodotti di piccoli diametri? (in %, totale riga 100%)

Tipologie dei prodotti semilavorati	Tn	Ita Specificare la/e Regione/i	Estero Specificare il Paese
MORALI			
TAVOLAME			
LISTELLI			
ALTRI PRISMATI			
TRAVI (USO FIUME o TRIESTE, FRESATE)			
Altro: _____			

5.3 ULTERIORI LAVORAZIONI DEGLI ASSORTIMENTI RICAVATI DA PICCOLI DIAMETRI

PRODOTTO	PRODUZIONE (m ² o m ³)
Produzione di blocchetti per imballaggio	
Travi di lamellare	
CLT (es: X-LAM)	
altri tipi di pannelli	
Pallet o imballaggio	
Altro	

5.4 Costo di lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro

COSTO DI LAVORAZIONE	€/m ³ per assortimento normale	€/m ³ per assortimento di piccolo diametro
MANIPOLAZIONE E STOCCAGGIO		
SEGAGIONE		

6 Sviluppo aziendale nella lavorazione dei piccoli diametri nei prossimi 5 anni

6.1 Previsioni sul volume di piccoli diametri lavorato nei prossimi 5 anni

Seleziona **solo una** delle seguenti

- In forte riduzione In riduzione Stabile
 In crescita In forte crescita

6.2 In merito agli investimenti in impianti e macchinari per la lavorazione dei piccoli diametri, l'azienda, nei prossimi 5 anni, ha in programma di:

Seleziona **solo una** delle seguenti:

- Incrementare la capacità produttiva (acquisto/implementazione di nuovi impianti e macchinari)
 - Fare ordinaria manutenzione (sostituzione solo di impianti o macchinari obsoleti)
 - Ridurre la capacità produttiva (dismissione di impianti e macchinari)
-
-

6.3 In merito agli investimenti di personale dedicato alla lavorazione dei piccoli diametri, l'azienda, nei prossimi 5 anni, ha in programma di:

Seleziona **solo una** delle seguenti:

- Potenziare l'organico senza destinare qualcuno esclusivamente alla lavorazione dei piccoli diametri
 - Potenziare l'organico destinando qualcuno esclusivamente alla lavorazione dei piccoli diametri
 - Né potenziare, né ridurre l'organico
 - Né potenziare, né ridurre l'organico ma destinare qualcuno alla lavorazione dei piccoli diametri
 - Ridurre l'organico
-
-

6.4 In merito agli investimenti in prodotti realizzati con assortimenti di piccoli diametri, l'azienda, nei prossimi 5 anni, ha in programma di:

Seleziona anche **più risposte**:

- mantenere gli stessi prodotti
 - sviluppare la produzione di nuovi prodotti (nuove linee di produzione)
 - ridurre la tipologia di prodotti
-
-

7 UTILIZZO DEI CASCAMI E DEGLI SCARTI DI LAVORAZIONE

7.1 Quantità di cascami e scarti di legname prodotti (definire unità di misura mc/mst/t):

Tipologia di scarti	Quantità totale prodotta (mc/mst/t)	Sul totale, qual è la % prodotta dai piccoli diametri (%)	Impiego in azienda (in %)		
			per usi energetici	per altri semilavorati	Vendita di semilavorati
Corteccia					
Cippato					
Segatura					
Refili					
Pezzi, teste e ritagli					

7.2 All'interno dell'impresa, è presente un impianto a biomassa per il reimpiego degli scarti di lavorazione aziendale?

FUNZIONAMENTO

7.3 Attrezzature e macchinari per la gestione dei cascami (indicare numero macchine e quantità dei prodotti ricavati)

- Bricchettatrice N° _____
 Cippatrice N° _____
 Pellettatrice N° _____
 Vagliatore N° _____
 Altro: N° _____

7.4 Destinazione extra aziendale dei cascami e scarti di lavorazione:

Sottoprodotti destinati fuori azienda	Destinazione geografica biomassa venduta (% - totale 100%)		
	PAT	ITALIA	ESTERO
corteccia			
cippato			
segatura			
refili			
pezzi, teste, ritagli			

7.5 Resa di lavorazione stimata

PRODOTTO	Da 1m ³ di assortimento normale	di Resa in % da tondo di piccolo diametro
Commerciale		
Corteccia		
Cippato		
Segatura		
Refili		
Pezzi, teste e ritagli		

8 ATTREZZATURA E MACCHINARI PER LA LAVORAZIONE DEI PICCOLI DIAMETRI

8.1 È presente una linea di segagione dedicata alla lavorazione del tondo di piccolo diametro?

- SÌ
 NO

8.2 Attrezzature e macchinari per la segagione dei piccoli diametri

	N° linee	Diametro (min) lavorabile (cm)	Diametro (max) lavorabile (cm)	Range diametrico ottimale (cm)
1 o 2 coppia di Canter				
Segatronchi a nastro				
Canter + segatronchi a nastro				
Fresa per travi				
Altro:				

Schema di lavorazione degli assortimenti di piccolo diametro

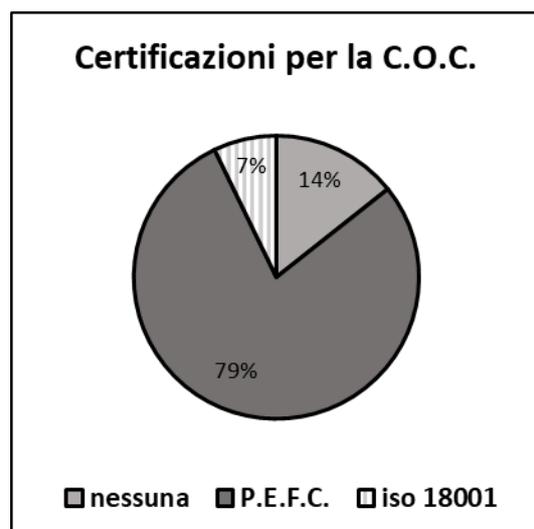
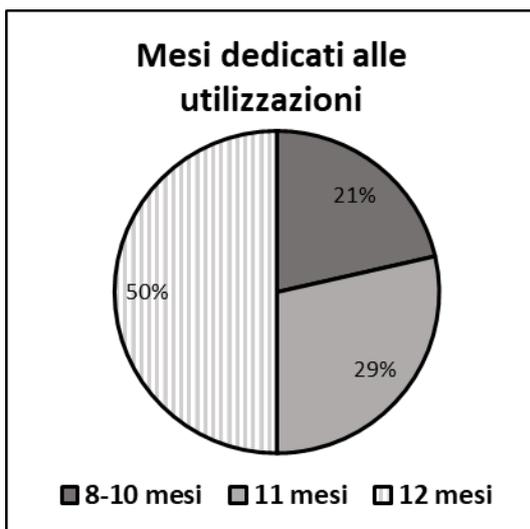
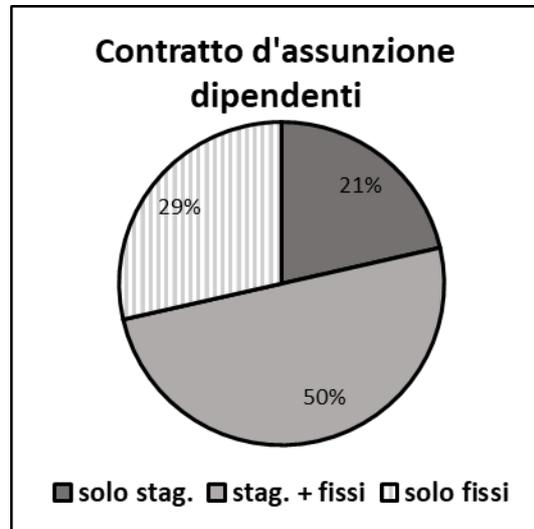
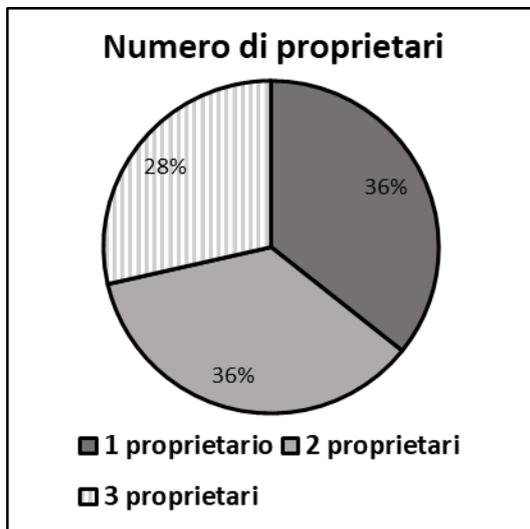
Schema delle ulteriori lavorazioni degli assortimenti

9 Considerazioni finali

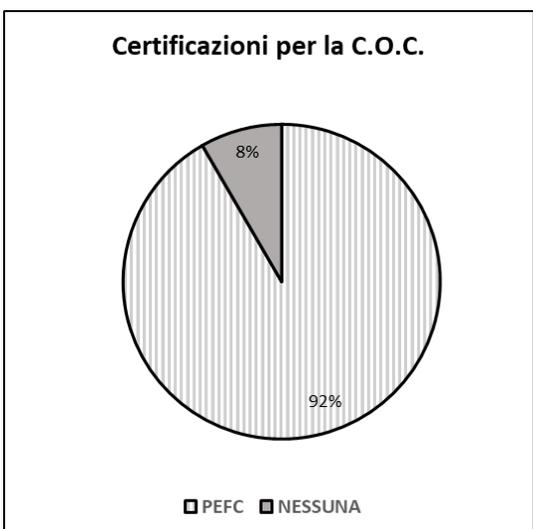
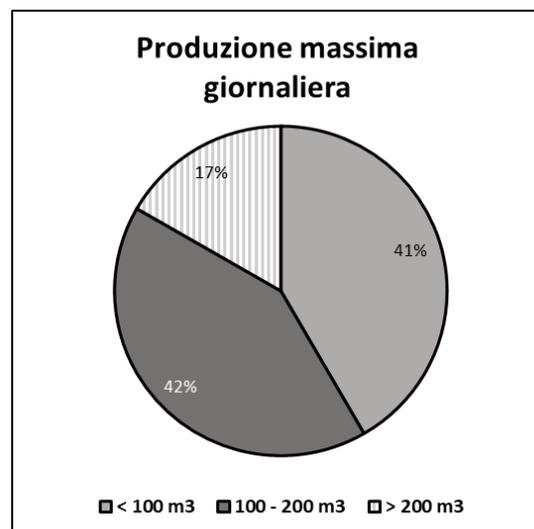
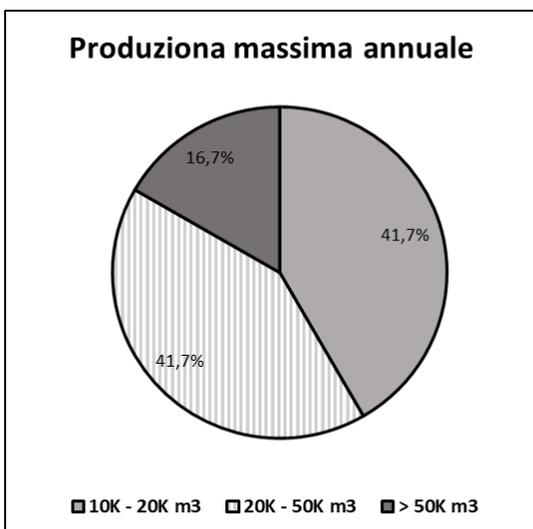
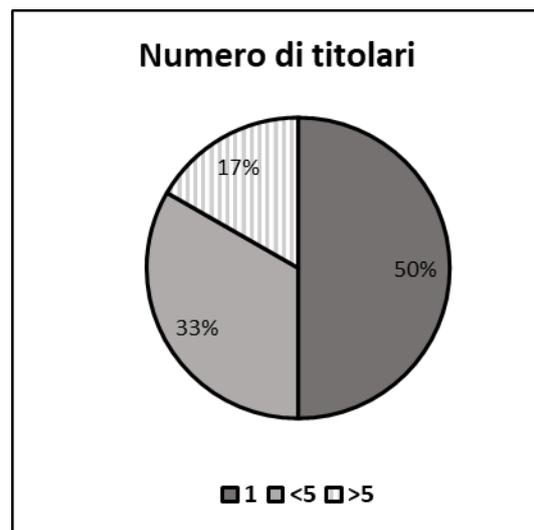
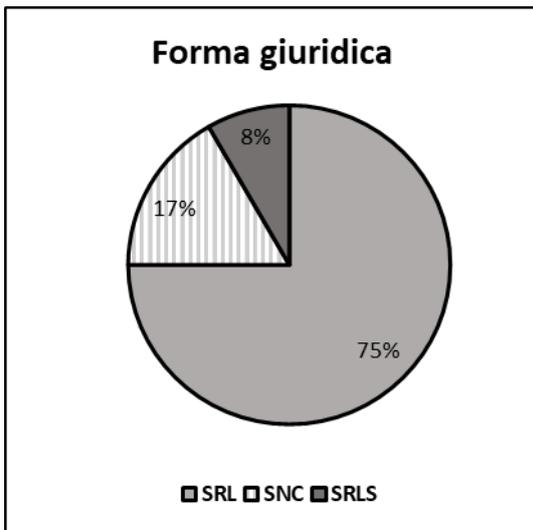
Osservazioni finali

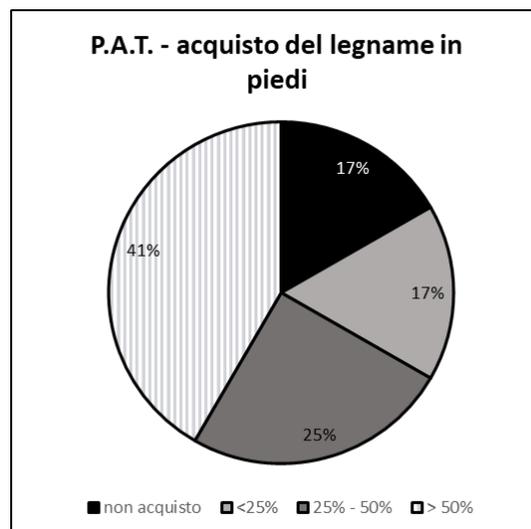
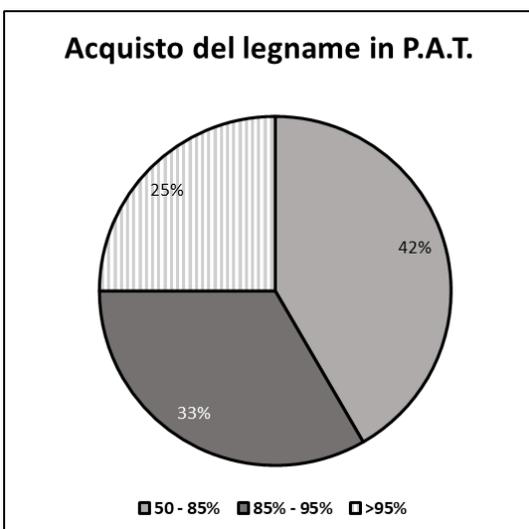
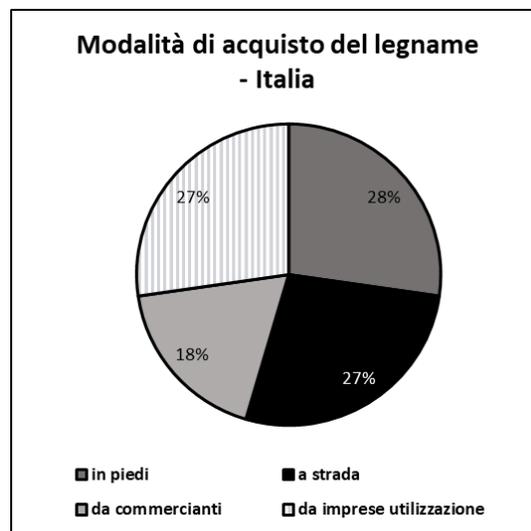
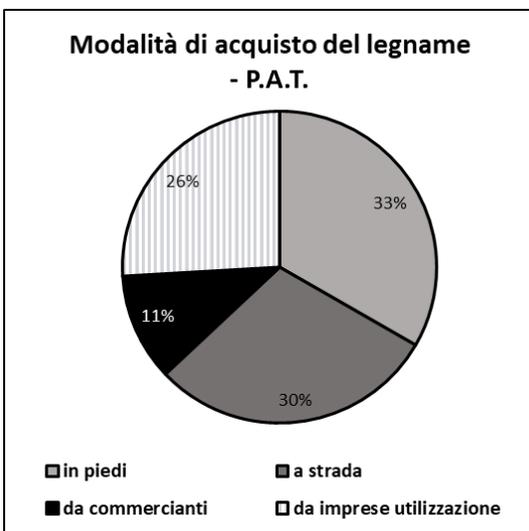
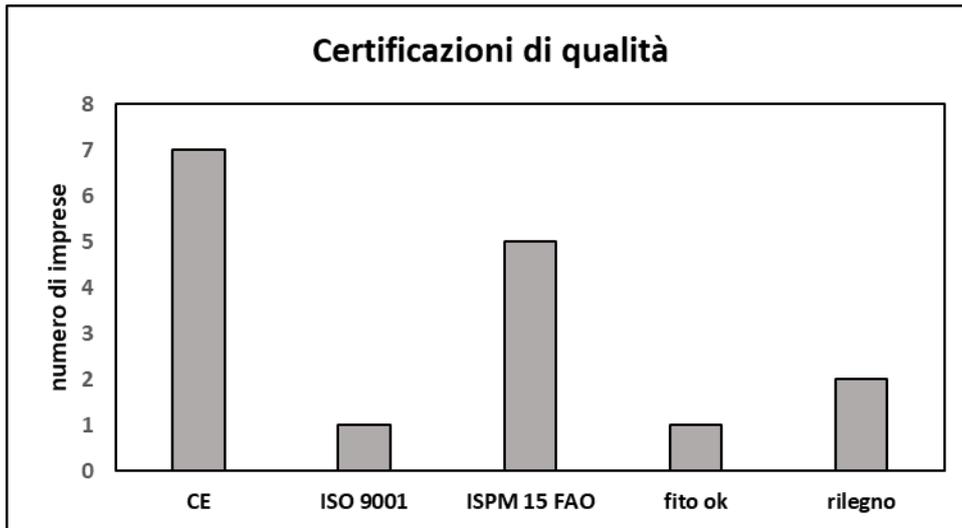
APPENDICE

Grafici relativi all'indagine sul settore delle utilizzazioni forestali

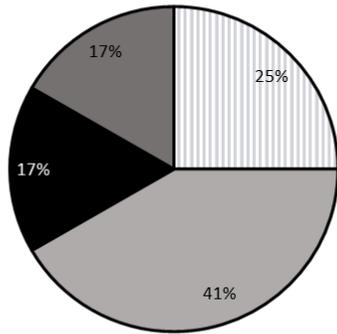


Grafici relativi all'indagine sul settore della prima lavorazione



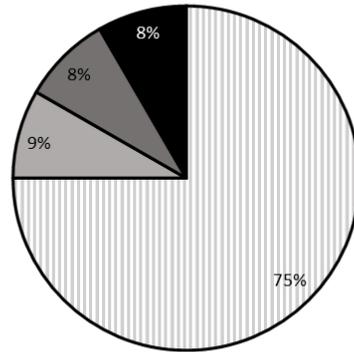


P.A.T. - acquisto legname in strada



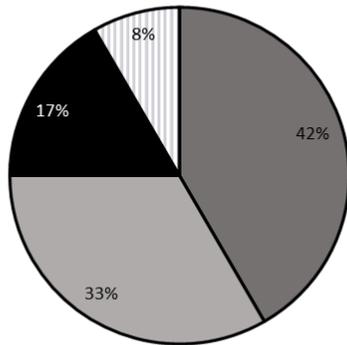
■ non acquisto ■ <25% ■ 25 - 50% ■ > 50%

P.A.T. - franco stabilimento da commercianti



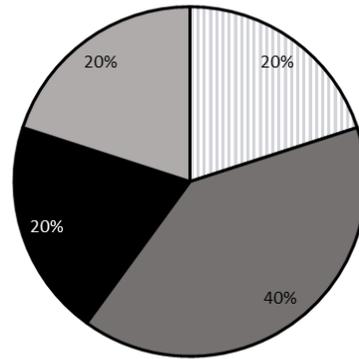
■ non acquisto ■ <25% ■ 25 - 50% ■ > 50%

P.A.T. - franco stabilimento da imprese utilizzazione



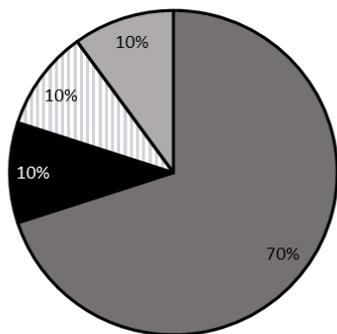
■ non acquisto ■ <25% ■ 25 - 50% ■ > 50%

Acquisto del legname in Italia



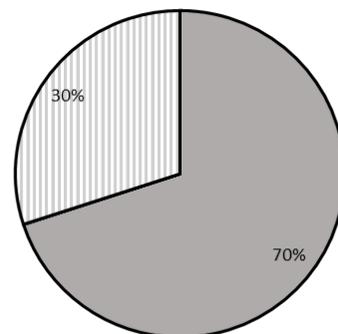
■ non acquisto ■ <25% ■ 25 - 50% ■ > 50%

ITALIA - acquisto in piedi



■ non acquisto ■ <25% ■ 25 - 50% ■ > 50%

ITALIA - acquisto in strada



■ non acquisto ■ <25% ■ 25 - 50% ■ > 50%

