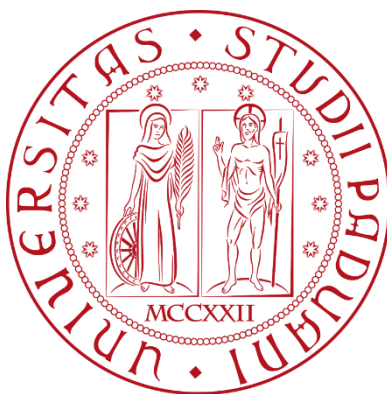




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

CORSO DI LAUREA IN TECNOLOGIE FORESTALI E AMBIENTALI

Legno e sci: i nuovi materiali non sostituiscono un buon legno

Analisi dei principali materiali utilizzati nella costruzione degli sci

—

Wood and skis: new materials do not replace quality wood

Analysis of the main materials used in ski construction

Relatrice:

Prof.ssa Tiziana Urso

Laureando:

Martin Pederiva

Matricola n. 1192579

Anno Accademico 2021/2022

Abstract

Il percorso intrapreso dal laureando nel mondo del sci si è intrecciato con il percorso accademico scelto e da ciò è nata l'idea di questo progetto di tesi. Con questo elaborato si è unita la passione per lo sci a quella per le scienze ambientali (in questo caso con attenzione particolare al materiale legno). Il legno è stato il primo materiale costitutivo degli sci, e per le sue peculiari caratteristiche non è mai stato completamente sostituito. In questo progetto è stata descritta la storia dello sci: dagli albori fino al XXI secolo, e si è trattato di come sia cambiato l'utilizzo della materia prima legno nella costruzione di sci. È stata studiata la struttura e la composizione dello sci moderno per comprendere che ruolo abbia il legno nelle varie tipologie di sci. Infine si sono trattate le informazioni raccolte da un questionario sottoposto alle aziende di settore, analizzando quali specie legnose siano le più utilizzate e le motivazioni di tali scelte. A conclusione si sono studiate le specie legnose prevalenti con l'obiettivo di comprendere perché un buon legno non possa essere sostituito da altri materiali.

The career taken by the candidate in the world of skiing was linked to his chosen academic course and that gave birth to the idea for this thesis project. With this project, his love of skiing was combined with the passion for environmental sciences (in this case with a focus on the material wood). Wood was the first structural material for skis, and due to its special characteristics it has never been completely replaced. In this work, the history of skiing was described: from its origins up to the 21st century. It was discussed how the use of the raw material wood in ski construction has changed. The structure and composition of the modern ski was analysed in order to understand what role wood plays in the various types of skis. At the end, a questionnaire submitted to ski companies was examined, analysing which wood species are the most frequently used and the motivations for these choices. In conclusion, the most commonly used wood species were studied with the goal of understanding why a good wood can not be replaced by other materials.

INDICE

Abstract.....	2
Premessa e obiettivi: Legno e sci, un legame fra due mondi.....	5
Capitolo 1 – Storia dello sci e arrivo alla modernità.....	6
1.1 Lo sci agli albori come mezzo di locomozione dei popoli nordici.....	6
1.2 La nascita del Telemark.....	8
1.3 Lo sci approda sulle Alpi.....	9
1.4 L'età moderna: l'evoluzione dei materiali va di pari passo con lo svilupparsi delle prime competizioni.....	10
Capitolo 2 – Funzionamento e struttura dello sci.....	12
2.1 Meccanica e sollecitazioni dello sci durante la fase di curva.....	12
2.2 Elementi costitutivi.....	13
2.3 Le differenti categorie di sci.....	16
2.4 Tipi di costruzione dello sci.....	17
Capitolo 3 – Legni e altri materiali utilizzati dalle alcune aziende.....	21
3.1 Questionario alle aziende di settore.....	21
3.2 Le risposte al questionario.....	22

3.2.1 Materiali non legnosi impiegati nella composizione di uno sci.....	22
3.2.2 Tipologia di legni impiegati dalle aziende di settore.....	23
3.2.3 Legni impiegati per la creazione di sci di categorie differenti.....	25
3.2.4 Provenienza del legno utilizzato per il core negli sci dalle aziende.....	28
3.2.5 Caratteristiche necessarie che il materiale deve avere per essere utilizzato nella costruzione di sci.....	30
3.2.6 Evoluzione storica dei legni impiegati per la realizzazione di sci.....	31
Capitolo 4 – Le specie legnose: analisi delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei principali legni utilizzati nella costruzione di sci	32
4.1 Parametri di umidità e di massa volumica dei legni utilizzati come core negli sci.....	32
4.2 Dati delle aziende.....	34
Capitolo 5 – Conclusioni.....	38
Bibliografia.....	39
Allegati.....	41

Premessa e obiettivi

Legno e sci, un legame fra due mondi

Lo sci è uno sport molto diffuso in Italia, soprattutto sulle catene montuose principali, come le Alpi o gli Appennini. Questo sport è praticato da molti in maniera agonistica ma una grossa percentuale degli sciatori è legata al mondo dello svago e del turismo. Entrambi questi due aspetti sono importanti per lo sviluppo economico che ha caratterizzato le valli alpine nell'ultimo secolo; trasformandole da zone di pascolo e di agricoltura di sussistenza a paradisi degli sport invernali. Le vallate alpine sono divenute mete ambite di un turismo sempre più affamato di luoghi da calpestare, paesaggi da vivere e condividere.

Il laureando ha calcato le prime nevi in Val di Fassa, già da piccolo con il padre, maestro di sci di professione, il quale ha voluto trasmettere l'amore per questo sport ai propri figli. Le prime sciate si susseguivano e con esse anche la voglia di provare ad intraprendere una carriera agonistica che si è sviluppata in uno sci club locale: lo Ski Team Fassa. Per una decina di anni il laureando ha praticato lo sci a livello agonistico arrivando ad un livello tale da permettergli di conseguire il titolo di maestro di sci, che è stato ottenuto nella primavera del 2021. L'obiettivo di questa tesi è quello di descrivere le tipologie di costruzione dello sci e di comprendere quale è il ruolo del legno nella struttura di sci storici e moderni ponendo l'attenzione su quali specie siano maggiormente utilizzate.

Capitolo 1 – Storia dello sci e arrivo alla modernità

1.1 Lo sci agli albori come mezzo di locomozione dei popoli nordici

Lo sci nacque nelle regioni nordiche come mezzo di locomozione su terreni coperti di neve e ghiaccio. La sua invenzione è datata attorno al 2500 a.C. che è l'età stimata del reperto più antico trovato nella torbiera di Hoting (Svezia).

Questo sci, presumibilmente il destro, è oggi esposto nel Museo Nazionale di Stoccolma ed è formato da un'asse di pino lunga 111 cm e larga 19 cm. Della stessa epoca circa (2000 a.C.) è un'iscrizione rupestre rinvenuta sull'isola di Rødøy (Norvegia) la quale raffigura una figura umana, probabilmente un cacciatore, con ai piedi un paio di sci (fig. 1).



Figura 1 Iscrizione rupestre di una figura umana con gli sci ai piedi (<https://www.sciaremag.it>)

Molti altri sono i reperti lignei rinvenuti nella penisola scandinava che palesano il fatto che per millenni le popolazioni nordiche si servissero degli sci per cacciare, muoversi e così sopravvivere. Uno studio importante del *Journal of Glacial Archaeology* studia altri tipi di reperti trovati da Finstad et al. (2016) nei ghiacciai che stanno subendo un forte ritiro a causa del cambiamento climatico. In questo articolo viene riportato che “tradizionalmente, la storia dello sci si è basata su sci conservati dalle torbiere, su incisioni rupestri raffiguranti sciatori e su fonti scritte. I ritrovamenti di sci dal ghiaccio glaciale gettano nuova luce sulla storia dello sci dell'Europa nord-occidentale - lo sviluppo, il contesto di uso in un paesaggio d'alta montagna” (Finstad E., Martinsen J., Hole R. e Pilø L.. 2016). Gli sci recuperati dai ghiacci che si stanno ritirando in Norvegia sono stati datati al radiocarbonio, fornendo varie datazioni per i casi presi in considerazione; gli sci sono stati rinvenuti in diversi luoghi nella regione dell'Oppland. Vedi Tabella 1 per vedere il luogo di ritrovamento, la datazione e la specie legnosa dei reperti.

Luogo di ritrovamento degli Sci	Specie legnosa	Età
Lendbreen	Pino	791–540 a.C.
Digervarden	Betulla	663-859 d.C.
Dalfonn1	Pino	500 d.C.
Dalfonn2	Pino	566-651 d.C.
Vossaskavelen	Pino	1215-1290 d.C.
Langfonne	Pino	1680-1939 d.C.

Tabella 1 Datazione al radiocarbonio degli sci menzionati dall'articolo del Journal of Glacial Archaeology (modificata da Finstad E., Martinsen J., Hole R. e Pilø L.. 2016)

La tecnica antica era rudimentale e si caratterizzava dall'utilizzo di due sci diversi con scopi anch'essi differenti: infatti lo sci destro era lungo e largo e serviva da appoggio, sul quale scivolare; mentre il sinistro era più corto e ricoperto di pelle, il quale era utilizzato per spingersi. Il termine "sci" deriva dal norvegese antico e unisce due vocaboli di origine ancestrale che sono "saa" e "suk", riferiti agli attrezzi utilizzati, ossia i due pezzi di legno impiegati. I due termini sono oggi conferiti in uno unico, che in norvegese moderno si scrive "ski" ma si pronuncia "shi". Tale termine è riportato in quasi tutte le lingue del mondo, a volte mantenendo la pronuncia antica o adottando quella moderna. Ad esempio in Italia si utilizza il termine "sci". L'origine dello sci è controversa, non si è ancora sicuri se gli sci come attrezzo sono derivati dalla racchetta da neve, dal pattino da slitta o se da uno scarpone in pelo utilizzato dai cacciatori per attraversare distese innevate. Gli storici però concordano sul fatto che l'invenzione dello sci non sia stata intenzionale, ma data dal caso e derivata da una lenta sperimentazione (www.formazione.fisi.org 2022).

I primi studiosi che parlarono di calzature per scivolare sulla neve sono due storici greci Senofonte (IV sec. a.C.) e Strabone (I sec. a.C.) che riportarono voci di popoli asiatici/nordici i quali avanzano speditamente sulle superfici innevate. Tuttavia per avere studi più approfonditi e attendibili bisogna aspettare il XVI secolo, quando Olaus Magnus, vescovo svedese, scrisse in latino la storia dei popoli nordici che fu terminata attorno all'anno 1564. Questi scritti ispirarono, cent'anni dopo, un abate romagnolo di nome Francesco Neri (Ravenna 1623 - Ravenna 1698) che si spinse a conoscere le steppe innevate del nord e le popolazioni che le abitavano, le quali utilizzavano con maestria "*gli skie*". Neri, nel 1663,

pubblicò il libro del suo viaggio intitolato appunto “Viaggio Settentrionale”; dal libro si evince che Neri fu il primo sciatore italiano alle alte latitudini (www.formazione.fisi.org 2022)

Dai racconti di Magnus e Neri si legge che lo sci fu lo strumento principale di locomozione delle popolazioni nordiche per muoversi con disinvoltura sulla vasta tundra che separava un villaggio da un altro. Lo sci inoltre era anche un mezzo efficace per cacciare, dando la possibilità di inseguire le prede più veloci senza sprofondare nella neve fresca. Tenendo in considerazione tali vantaggi lo sci venne impiegato come strumento di locomozione anche in battaglia, infatti attorno al X secolo d.C. il re Arald di Norvegia istituì il primo corpo di soldati sciatori. Anche in Russia lo zar Giovanni IV, attorno al XVI secolo, costituì un'armata di 4000 uomini muniti di sci, prendendo spunto dall'idea del re scandinavo (www.formazione.fisi.org 2022).

1.2 La nascita del Telemark

Attorno al 1850 lo sci comincia ad essere utilizzato a fini sportivi. Nel distretto del Telemark in Norvegia e più precisamente nella valle del Morgedall, qualche montanaro intravide la possibilità di affrontare discese più impegnative. Così iniziarono le prime sfide, le quali avevano il solo scopo di scendere senza cadere. Ciò portò ad un grande seguito ed al perfezionamento della tecnica a tallone libero o appunto del Telemark. Così in Norvegia nacquero i primi sci club e le prime scuole di sci; ebbero luogo le prime gare di salto e di gran fondo. Un inglese, William Cecil Slingsby, utilizzò gli sci per salire delle vette norvegesi e ciò ispirò alcuni scandinavi a compiere delle imprese fino a quel momento inimmaginabili, che fecero conoscere lo sci a livello globale. Infatti nel 1888, Fridtjof Nansen attraversò per primo la Groenlandia, dopo che molti a piedi vi avevano tentato senza riuscirci. Nansen coprì la distanza di 500 chilometri in 42 giorni servendosi di 5 slitte ma soprattutto impiegò 9 paia di sci in quercia e betulla che misuravano 2,30 m in lunghezza e 10 cm in larghezza. L'impresa era ritenuta impossibile ma Nansen assieme a cinque compagni la portò a termine e quando rientrò in patria fu acclamato come un eroe. Ma ciò che fece conoscere a tutto il mondo la sua impresa fu il libro che uscì due anni dopo, intitolato “Attraversando la Groenlandia con gli sci”. Nansen portò a termine altre esplorazioni e studi che lo portarono ad ottenere la cattedra di Oceanografia presso l'università di Christiania (Oslo). Il ricercatore inoltre fu impegnato anche in diverse attività umanitarie, infatti nel 1919 contribuì a salvare un importante numero di prigionieri tedeschi in Russia e inoltre aiutò delle popolazioni sovietiche messe in ginocchio dalla guerra portando loro medicinali e altri beni primari. Ciò lo portò ad ottenere il Premio Nobel per la Pace nel 1922. Inoltre fu uno dei fondatori della

Società delle Nazioni (oggi O.N.U) che venne fondata a Versailles nel 1922. Tornando al mondo dello sci il suo libro ispirò alcune imprese sulle Alpi dove cresceva sempre più l'interesse per lo sci utilizzando la tecnica sviluppata nel distretto del Telemark. Un grande interprete fu Wilhelm Paulcke che superò i 3000 metri del Monte Rosa con i suoi sci nel 1889 (www.formazione.fisi.org 2022).

1.3 Lo sci approda sulle Alpi

Lo sci sulle Alpi si stava sviluppando ma con ancora la tecnica del tallone libero, inventata in Norvegia, ci volle una mente brillante per innovare la tecnica e giungere allo sci alpino come lo conosciamo al giorno d'oggi. Questo grande passo fu compiuto da Matthias Zdarsky, un pittore di origini cecoslovacche, che viveva in Austria, il quale leggendo il libro di Nansen prese ispirazione per migliorare lo strumento così da poter scendere facilmente i pendii alpini. La prima modifica che fece fu quella di accorciare lo sci da 230 cm ai più maneggevoli 180 cm. Poi intuì che per controllare meglio lo sci era necessario trovare un sistema per legare il tallone; progettò 180 prototipi di attacco e ne brevettò 25. Il migliore di questi fu chiamato *Lilienfelder* e fu impiegato per le prime sfide. Gli sciatori austriaci utilizzando la nuova tecnica e sfruttavano gli attacchi di Zdarsky scesero più facilmente rispetto agli sfidanti che utilizzavano ancora la tecnica del Telemark. Così con le prime competizioni si sviluppò il movimento dello sci alpino, che prese piede a nord delle Alpi.

In Italia lo sci arrivò grazie ad un ingegnere elvetico residente a Torino, Adolfo Kind, che iniziò a scendere le colline nei dintorni della città con degli sci di produzione svizzera. Iniziò così un movimento e venne fondato lo Ski Club Torino, il primo a livello nazionale e il ventisettesimo a livello mondiale. Le Alpi fino ai tempi della Prima guerra mondiale facevano da spartiacque: a nord era diffuso lo sci alpino (Svizzera, Austria, Germania) mentre a sud (Italia) si sciava ancora con la tecnica del Telemark. Durante la Grande Guerra molti eserciti (italiano, austroungarico, tedesco, francese) avevano dei soldati muniti di sci. L'esercito italiano predisponendo di pochi soldati muniti di sci; al contrario l'esercito austroungarico dotò gran parte del suo esercito di sci impartendo loro lezioni tecniche guidate dagli stessi promotori della nuova tecnica. Nonostante gli eserciti fossero muniti di soldati sciatori sul fronte italo-austroungarico non si registrò nessuna battaglia con gli sci ai piedi.

Con la fine della Grande Guerra nel 1918 lo sci comincia a diffondersi in modo veloce nelle vallate alpine, soprattutto in quelle valli che prima del conflitto erano territori austriaci. Molti degli sci con l'attacco che bloccava il tallone utilizzati dall'esercito vennero trovati dagli abitanti delle valli che impararono presto ad utilizzarli assimilando così la nuova tecnica. Nel

decennio successivo vi fu una forte crescita della pratica dello sci che si diffuse presto sulle montagne italiane. Nacquero i primi rifugi, le prime piste e si tennero anche le prime lezioni, impartite non da maestri di sci, che non esistevano ancora, ma dagli sciatori migliori (www.formazione.fisi.org 2022).

1.4 L'età moderna: l'evoluzione dei materiali va di pari passo con lo svilupparsi delle prime competizioni

Arnold Lunn Junior (Svizzera) organizzò le prime gare cronometrate internazionali, la più importante fu chiamata Arlberg-Kandahar. Nel 1911 ebbe luogo la prima gara di discesa libera della storia. Lunn continuò a far progredire il mondo delle competizioni portando novità e idee che fecero nascere le discipline sciistiche che conosciamo oggi.

Un altro importante personaggio dello sci alpino è Hannes Schneider che fu un grande sciatore nel primo dopoguerra, ma fu soprattutto il più grande maestro della storia. Infatti Schneider inventò la prima progressione tecnica per l'insegnamento basata su tre livelli. La sua scuola è stata fondata a Arlbergkrurse Sankt-Anton nel 1921, la quale è considerata come una delle culle dello sci alpino. Schneider insegnò anche in Giappone e in America così diffondendo la sua tecnica anche al di fuori dell'Europa.

In Italia nel 1933 nacque la Federazione Italiana degli Sport Invernali (FISI), che organizzò quell'anno le prime selezioni per diventare maestri di sci italiani. Nello stesso anno nacquero le prime scuole di sci, quella di Cortina e quella di Sestriere. Lo sci divenne uno sport così conosciuto che fu introdotto ai Giochi olimpici invernali nell'inverno del 1936, i quali ebbero luogo a Garmisch in Germania. La scuola italiana si avviò con fatica e riuscì a pubblicare la propria idea di progressione tecnica dello sci italiano solamente nel 1958 in netto ritardo rispetto ai colleghi austriaci e francesi. La scuola italiana però divenne da subito una delle scuole tecniche più apprezzate al mondo.

Le competizioni si susseguivano e con esse nascevano nuove discipline, come lo slalom gigante, il super gigante e la combinata alpina. Nel 1966 nacque l'attuale Coppa del Mondo.

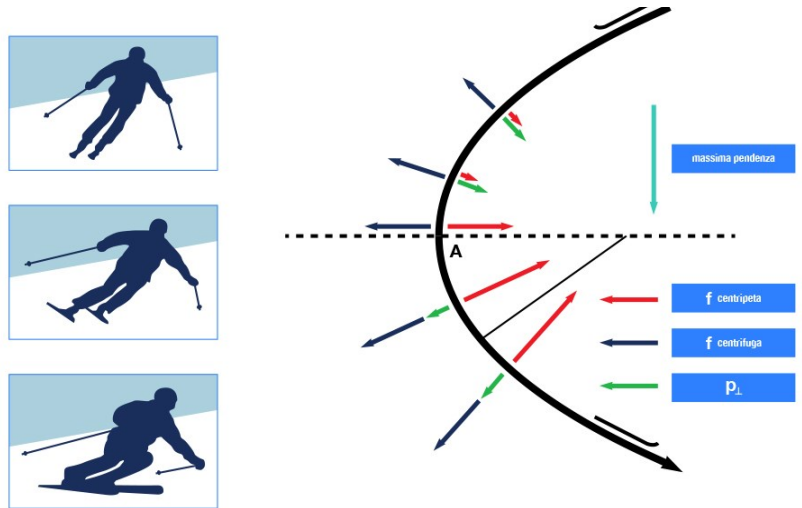
Le gare e lo spirito competitivo diedero una grande spinta nell'innovazione dei materiali: nel 1926 furono introdotte le lamine in metallo dall'austriaco Rudolf Lettner. Perfezionate nei materiali da Toni Seelos che nel 1930 introdusse le lamine in acciaio. In quegli anni vi fu anche un grande sviluppo nel mondo degli attacchi con il perfezionamento dell'aggancio della talloniera. In Francia nel 1934 si creò uno sci interamente in alluminio, mentre nel 1960 furono introdotti gli sci in fibra di vetro. Questi esperimenti di materiali fecero capire la

necessità di un nuovo sci che non fosse costruito solo legno ma che fosse uno strumento complesso dentro il quale convivevano diversi materiali. Nella seconda metà del '900 iniziarono a svilupparsi delle idee su una maggiore sciancratura degli sci la quale avrebbe dovuto aiutare maggiormente lo sciatore in fase di curva. Vennero fatti tentativi ed esperimenti che, negli anni '90, portarono a degli sci estremamente sciancrati e corti, i quali permettevano performances migliori con un notevole scarto tecnico dal passato. La sciancratura dello sci consiste in un “restringimento centrale degli sci” (www.treccani.it 2021), il quale permette di avere una coda e una spatola più larga e ciò consente di seguire meglio l'arco di curva quando lo sci viene deformato. Nasce così una tecnica del *carving* che permetteva di curvare in conduzione senza dover sbandare, portando con sé un incremento in velocità e in spettacolarità (www.formazione.fisi.org 2022).

Il nuovo sci sciancrato ha dato nuova linfa al mondo dello sci che al giorno d'oggi è uno sport praticato da molti a livello nazionale ed internazionale. Il mondo delle competizioni e dell'agonismo è praticato e seguito in molti paesi. Inoltre lo sci è un pilastro del turismo montano invernale che arreca svago a molti turisti i quali in inverno vogliono trascorrere qualche giornata di spensieratezza e di libertà a contatto con la naturalità del paesaggio innevato.

2.1 Meccanica e sollecitazioni dello sci durante la fase di curva

Figura 2 Forze in gioco durante la fase di curva (www.formazione.fisi.org 2022)

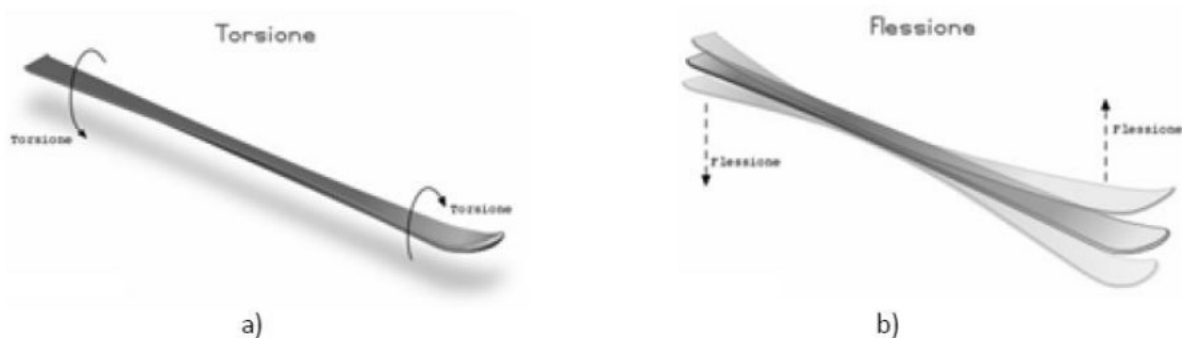


Quando si vuole intraprendere una traiettoria curvilinea subentrano altre forze (vedi fig. 2), rispetto al solo moto rettilineo, oltre alla forza peso (con le sue componenti vettoriali $\mathbf{p}_\perp$ e $\mathbf{p}_\parallel$) interagiscono anche altre componenti come: la forza d'attrito, la forza centrifuga e la forza centripeta. Tali forze sono determinate dal vincolo che si instaura quando lo sci incide la neve e crea un certo angolo con il pendio (presa di spigolo). In una curva sbandata la traiettoria di curva è gestita tramite una rotazione degli arti inferiori che generano un attrito fra lamina e neve: questo unito ad un lieve angolo d'incidenza dello sci (presa di spigolo), determina un cambiamento di direzione. Una curva in conduzione è realizzata ponendo lo sci sullo spigolo e deformandolo tramite la massa e la modulazione della forza muscolare dello sciatore; tutto ciò determina la traiettoria di curva voluta. Lo sci vincolato sullo spigolo si deforma e segue un arco di curva prestabilito (dalla sciancratura) incidendo la neve; da qui deriva il termine *carving* che significa letteralmente intagliare. Lo sci è uno sport complesso che dipende da molte variabili e spesso queste non possono essere modificate dallo sciatore. L'attrezzatura è da considerare come una variabile e può essere controllata dallo sciatore, ad esempio scegliendo lo sci più adatto alle proprie caratteristiche e allo specifico utilizzo che se ne vuole fare.

Lo sci durante le diverse fasi di curva è sottoposto a due tipi di sollecitazioni: torsionali e flessionali (fig. 3). Come riporta Montagnin M. nel suo elaborato “il rapporto fra flessione e torsione, abbinato alla geometria (sciancratura) determinano la specificità di uno sci.

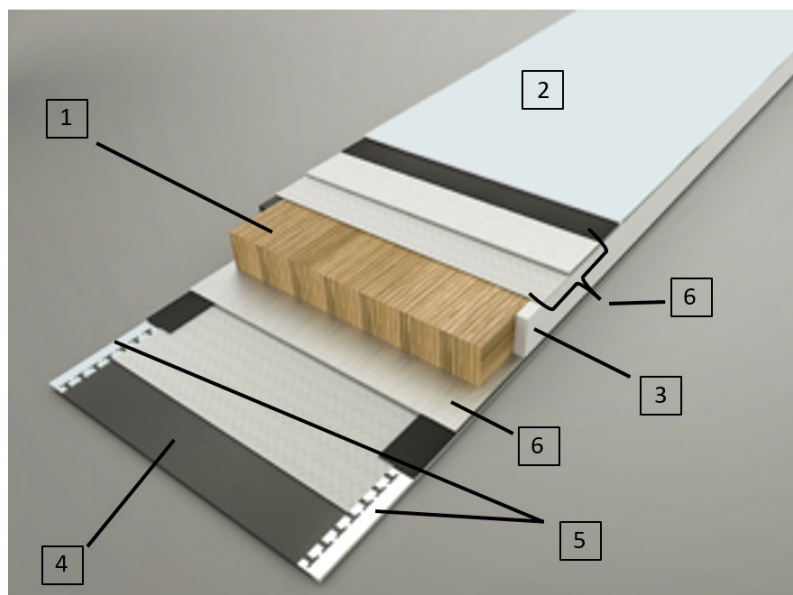
Esistono principi fondamentali che legano il rapporto fra rigidità torsionale/flessionale con il comportamento dello sci, ma non sono stati trovati i valori ottimali per le varie tipologie di sci.”(Montagnin M. 2011). Variando questi parametri si possono realizzare sci completamente differenti e che vadano a soddisfare pubblici diversi. Ad esempio: sci che si possono flettere facilmente permettono la chiusura dell’arco di curva anche a basse velocità, inoltre sono molto manovrabili e consentono di smorzare bene le asperità del terreno e i movimenti errati dello sciatore. Questi sci perdono stabilità e controllo all’aumentare della velocità e sono infatti rivolti ad un pubblico amatoriale che in uno sci cerca prima di tutto la massima facilità di utilizzo. D’altro canto sci con elevata rigidità flessionale sono stabili ad alte velocità e su nevi dure o ghiacciate. La rigidità dell’attrezzo, se supportata con la giusta tecnica, porta una maggiore precisione del vincolo e a una pulizia del gesto, che riducono l’attrito dovuto a possibili sbandamenti. Questi sci sono di difficile utilizzo e per funzionare al meglio necessitano di tecnica e preparazione fisica adeguate (Montagnin M.2011). Per quanto riguarda invece la rigidità torsionale Montagnin M. riporta che essa “aumenta la reattività e velocizza il cambio di spigolo [mentre se la rigidità torsionale è minore si ha un ritorno più graduale che è di più facile controllo]”.(Montagnin M. 2011). Dunque sci più rigidi in torsione sono più immediati e reattivi ma necessitano di grande sensibilità e tecnica. Le rigidità torsionali vengono scelte in base alle specificità della categoria di utilizzo.

Figura 3 Sci soggetto a sollecitazioni torsionali (a) e flessionali (b)(Roati S. 2019)



2.2 Elementi costitutivi

Lo sci deve consentire lo scivolamento di chi lo utilizza e permettere un adeguato controllo della velocità e delle traiettorie di curva. Per poter adempiere a questi scopi attualmente lo sci è formato da vari elementi costitutivi (fig. 4).



*Figura 4 Materiali di uno sci con costruzione a sandwich
(modificata da www.formazione.fisi.org 2022)*

CORE - 1: è chiamato anche nucleo o anima, è la parte interna dello sci che determina il comportamento meccanico dell'attrezzo. Solitamente per questa componente vengono utilizzati materiali diversi come legno, schiume di origine sintetica oppure dei compositi di origine artificiale. Il core dello sci e le sue caratteristiche costruttive determinano le proprietà comportamentali dello sci.

SUPERFICIE - 2: è la parte superiore che copre lo sci, solitamente è realizzata con materiali metallici o plastici. La sua funzione è di rivestire e racchiudere l'anima dello sci e di proteggerla dall'umidità e dai possibili urti. Un'altra funzione importante è quella di dare allo sci una sua identità e un suo stile, infatti la parte esterna riporta delle stampe tipiche che rimandano ai vari marchi. Svolge anche un ruolo strutturale nella costruzione CAP (vedi paragrafo 2.3) a monoscocca.

FIANCHETTI/SIDEWALLS - 3: sono gli elementi laterali dello sci che lo percorrono per tutto il lato lungo. Collaborano alla chiusura del nucleo assieme alla parte superficiale. Trasmettono allo sciatore le informazioni del terreno durante la discesa e al contrario riescono a trasmettere alle lamine il movimento impartito dallo sciatore. Sono realizzati in materiali plastici o in resine fenoliche. Le differenti durezze influenzano il comportamento meccanico dello sci, modificando le risposte alla flessione e alla torsione.

SOLETTA - 4: è un sottile foglio di polietilene a alto peso molecolare e basso coefficiente di attrito (UHMWPE) che permette allo sci di scivolare sulla neve in maniera ottimale. Per aumentarne la scorrevolezza può essere arricchita di composti carboniosi (grafite) che sono solitamente di colore nero, i quali ottimizzano lo scorrimento su neve e ghiaccio.

LAMINE - 5: sono elementi in materiale metallico, tipicamente acciaio, che hanno il compito di vincolare lo sciatore al pendio e quindi di incidere la neve. Queste permettono di avere il controllo della velocità e della percorrenza delle traiettorie garantendo la stabilità dello sciatore aumentando così la sicurezza. L'acciaio che viene impiegato ha una sigla di riferimento che è C60, esso offre un compromesso fra deformabilità e resistenza all'usura. Un problema di questo acciaio è la sua facilità di ossidazione in ambiente umido, ma le lamine in acciaio inossidabile non hanno le stesse performances, quindi il loro utilizzo è stato limitato. Il materiale di cui sono fatte le lamine comporta che queste vengano mantenute in continuazione e ciò porta ad accorciarne la vita, consumando lo spessore massimo di 1,5 mm in breve tempo. La vita di uno sci è direttamente legata al consumo delle lamine e in parte anche della soletta.

ELEMENTI DI RINFORZO - 6: per rinforzare la struttura dello sci si utilizzano diversi tipi di materiali che danno rinforzo allo sci come dei metalli o delle fibre (di vetro, di carbonio, di basalto, ecc.). Solitamente questi materiali rinforzanti sono disposti fra le superficie, la soletta e il nucleo. In molti casi per rinforzare ulteriormente il nucleo questo viene avvolto da uno strato di fibre per aumentarne la stabilità torsionale. Le fibre possono essere orientate in modo diverso e in più strati ciò porta a diversi risultati in termini di resistenza alla torsione. Solitamente le fibre che si possono utilizzare sono di vetro, di carbonio, di boro, di basalto o di kevlar. Le diverse caratteristiche di resistenza alla trazione, di elasticità, di densità e di costo sono indicate nella Tabella 2 (Montagnin M. 2011).

Materiale	Resistenza a trazione [GPa]	Modulo elastico [GPa]	Densità [g/cm³]	Costo relativo
Boro	3,5	380	2,6	Altissimo
Basalto	4,15 – 4,8	100 - 110	2,65	Basso
Carbonio HM	2 – 2,4	380 - 400	1,95	Elevato
Carbonio HS	3 – 3,4	230 - 270	1,75	Elevato
Vetro E	2 – 3,5	73 - 76	2,56	Molto basso
Vetro S	4 – 4,6	85	2,48	Basso
Kevlar	2,8 - 3	130	1,45	Elevato

Tabella 2 Proprietà tipiche delle fibre (Montagnin M., 2011)

Le più utilizzate sono le fibre di vetro e di basalto che hanno prestazioni simili fra loro e presentano un buon rapporto fra qualità, costo, e facilità di produzione. Il metallo tipicamente utilizzato fra gli strati della struttura è una lega di alluminio denominata Titanal ($\text{Al}_{88.7}\text{Cu}_{1.7}\text{Mg}_{2.5}\text{Zn}_7\text{Zr}_{0.1}$) che dona allo sci rigidità e un notevole ritorno elastico riuscendo allo stesso tempo a contenere anche il peso. Diverse strategie di costruzione alternano questi elementi di rinforzo portando ad attrezzi che danno risposte nettamente differenti nelle stesse condizioni di utilizzo (www.formazione.fisi.org 2022) e (Montagnin M. 2011).

2.3 Le differenti categorie di sci

Per sopperire alle molteplici esigenze tecniche dei vari sciatori e delle varie condizioni di neve lo sci deve avere diverse proprietà date da alcuni parametri come ad esempio le dimensioni, la sciancratura, la flessione (flex), la torsione e la risposta elastica. Con la variazione degli elementi che compongono la struttura vengono modificati questi parametri differenziando tipologie di sci che sono strutturalmente designati per condizioni specifiche. La scelta dello sci inoltre dipende anche dalla capacità tecnica dello sciatore e dal suo peso. Per aiutare lo sciatore nella scelta del prodotto migliore per i suoi obiettivi e le sue caratteristiche gli sci sono stati divisi in varie categorie.

La categoria **RACE – Agonismo** che è destinata appunto per gli agonisti e gli atleti. Le caratteristiche di questi sci sono normate da regolamenti Federali internazionali (FIS). Per avere le migliori prestazioni possibili lo sci è pesante ed ha caratteristiche di elevata rigidità torsionale, di risposta elastica.

La categoria **RACE – Agonismo amatoriale** è destinata alle categorie giovanili e ad un utilizzo amatoriale. Utilizzati anche per sciare in campo libero da buoni sciatori che vogliono avere performances elevate anche in pista. In questa categoria il peso è elevato, inoltre si cerca di ottimizzare la rigidità torsionale e la risposta elastica scegliendo legni con massa volumica elevata e dalle caratteristiche meccaniche ottimali.

La categoria **RACE CARVE** che è destinata sciatori di alto livello tecnico che utilizzano questi sci in conduzione e per eseguire diversi archi di curva in campo libero. Per soddisfare tali esigenze lo sci possiede caratteristiche di elevata rigidità torsionale, di risposta elastica e di durezza longitudinale simili ad uno sci da competizione.

La categoria **ALL MOUNTAIN PISTA** è destinata a sciatori principianti; questi sci richiedono meno energia nell'utilizzo e hanno parametri torsionali e flex più morbidi.

La categoria **ALL MOUNTAIN** è indicata per un utilizzo sia in pista che al di fuori di essa. Per essere utilizzati in questi due ambienti gli sci sono più morbidi in flessione e in torsione permettendo di adattarsi meglio alle condizioni del pendio e alle capacità dello sciatore. Spesso questi sci hanno una larghezza maggiore per permettere il galleggiamento in nevi non battute.

La categoria **FREERIDE** definisce sci per uso specifico fuori pista. Sono caratterizzati da parametri di flex morbidi alle estremità per favorire il galleggiamento e flex più rigidi al centro dello sci per garantire stabilità anche su nevi dure o crostose. Sono caratterizzati da geometrie allargate (superiori ai novanta millimetri).

La categoria **FREESTYLE** racchiude in sé sci specifici per le attività negli snowpark. Devono resistere a improvvisi urti e sollecitazioni dovuti a salti ed evoluzioni. Sono caratterizzati da una geometria a doppia punta *twin tip*.

La categoria **BACKCOUNTRY – TOURING** raggruppa tutti gli sci che possiedono caratteristiche tali per essere performanti sia in salita che in discesa. Questi spesso hanno una struttura più leggera e larghezze maggiori per essere utilizzati nelle gite tipiche dello sci alpinismo (www.formazione.fisi.org 2022).

2.4 Tipi di costruzione dello sci

La combinazione dei materiali e il loro assemblamento sono parametri importanti determinano il comportamento dello sci. Dunque non basta osservare le caratteristiche geometriche e i materiali che compongono uno sci ma è giusto tenere in considerazione anche le diverse modalità costruttive. Esistono essenzialmente due modi per costruire uno sci e da ciò ne dipende il tipo di prestazione che si vuole raggiungere. La destinazione d'uso dell'attrezzo determinerà le caratteristiche progettuali che dovranno essere garantite soprattutto per quanto riguarda la resistenza alla flessione e alla torsione, la rigidità, e il peso. In base a questi parametri si sceglierà la modalità costruttiva più adeguata. Attualmente si utilizzano principalmente due tipi di costruzione:

Costruzione CAP o monoscocca: si è soliti preferirla per sci destinati ad utilizzatori di medio o basso livello.

Costruzione a sandwich: impiegata per sci di fascia alta e per i modelli da competizione. Spesso in commercio si possono trovare soluzioni ibride fra le due ma che solitamente non riscontrano benefici tecnici ma sono impiegate per meri motivi di marketing.

La COSTRUZIONE **CAP** o **MONOSCOCCA** (fig. 5) è stata introdotta negli anni '90 e tutt'ora trova il suo impiego nella produzione di sci commerciali a nucleo schiumoso. Questa metodologia costruttiva nasce dal crescente bisogno di uno sci facile per gli sciatori amatoriali, che fosse divertente da condurre ma che fosse comunque caratterizzato da una rigidità flessionale e torsionale buona a garanzia di un livello soddisfacente di stabilità e perciò di sicurezza. Questa costruzione viene realizzata andando a ricoprire il core, in materiale schiumoso o ligneo, in un contenitore in materiale fibroso; tale involucro agisce da "scatola torsionale" rendendo lo sci resistente alla torsione ma non irrigidendolo troppo in flessione. La facilità e la velocità costruttiva rendono la produzione dello sci meno costosa permettendo a ogni cliente l'acquisto. Lo sciatore medio che utilizza questo sci lo troverà facile da utilizzare e divertente, ma ad alte velocità e per sciatori esperti questa costruzione risulterà inadeguata presentando limiti e difetti vari (www.formazione.fisi.org 2022) e (Montagnin M. 2011).

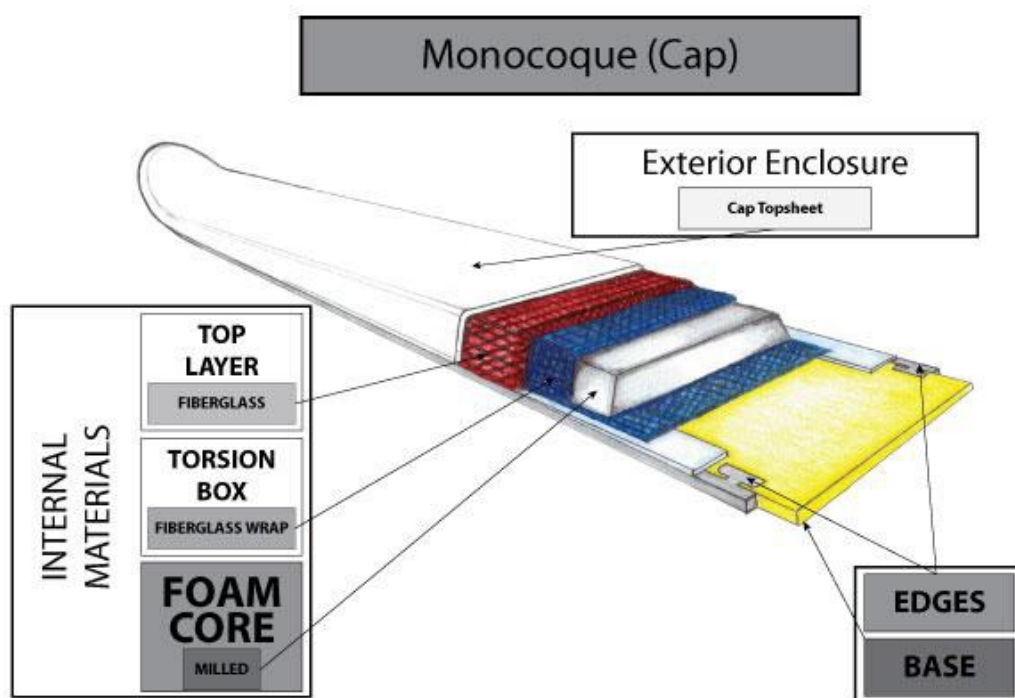


Figura 5 Rappresentazione schematica di uno sci con costruzione a monoscocca (Montagnin M., 2011)

La COSTRUZIONE a **SANDWICH** (fig. 6) è la più performante attualmente sul mercato ma allo stesso tempo risulta essere la più costosa. Questa modalità di costruzione assicura livelli alti di rigidità longitudinale e torsionale garantendo così un ottimo controllo e stabilità anche a velocità elevate. Le caratteristiche appena elencate vanno però a diminuire la facilità di utilizzo limitando l'utilizzo di questo tipo di sci a soli sciatori esperti o agonisti. Per l'assemblamento dello sci vengono abbinati materiali con diverse caratteristiche meccaniche nelle zone esterne dello sci mentre l'anima in legno fa da distanziatore fra questi strati aumentando così la rigidezza alla flessione (www.formazione.fisi.org 2022) e (Montagnin M. 2011)

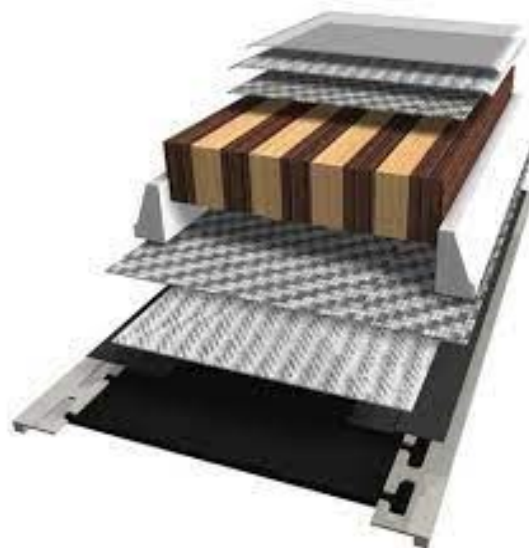


Figura 6 Esempio di uno sci con struttura a SANDWICH (Grimaldi B. 2018)

La struttura a sandwich base è caratterizzata da due strati esterni, detti pelli, distanziati dal core. Questo tendenzialmente deve essere di materiale resistente, elastico e leggero ed ha lo scopo di distanziare gli strati esterni, i quali hanno caratteristiche meccaniche ottimali ma spessore ridotto. L'unione in una struttura a panino porta un incremento importante in rigidità flessionale. Ciò si comprende bene dalle parole di Montagnin che nel suo elaborato scrive "in campo sciistico l'utilizzo di pannelli sandwich non è dovuto solo alla ricerca di elevate prestazioni in termini di resistenza e rigidezza, come lo è per altri settori ... ma anche per il fatto che la struttura sandwich permette grandi variazioni di rigidezza flessionale/torsionale agendo semplicemente sullo spessore del core. Questo è un punto fondamentale per questo settore in quanto all'interno dello stesso sci è necessario avere rigidezze differenti e questo è facilmente ottenibile con una struttura sandwich agendo sulla distanza tra le pelli" (Montagnin M. 2011).

La combinazione di materiali come alluminio, fibre differenti e legno fornisce il mix perfetto per ottenere uno sci ad elevate prestazioni. Per costruire lo sci si comincia con l'assemblaggio dei nuclei che viene fatto affiancando diversi listelli di legno scelti in base a studi delle loro caratteristiche e secondo le linee guida di quello specifico progetto. I listelli possono avere caratteristiche diverse, possono avere diversa dimensione, forma e diversa tipologia di legno. Tali variabili permettono di ottenere un'anima con le caratteristiche

desiderate. Il pannello ottenuto dall'accostamento dei listelli viene modellato mediante frese a controllo numerico che sagomano lo sci ai lati, ottenendo così la sciancratura desiderata; lo sci si sagoma anche longitudinalmente variando lo spessore dal centro alle estremità ottenendo così la rastremazione ottimale. Gli altri elementi sono prodotti a parte da processi meccanizzati. Le fibre vengono resinate durante l'assemblaggio a caldo. Se per i vari elementi che costituiscono uno sci vengono utilizzati utensili e macchinari robotizzati; per l'assemblaggio invece ci si affida completamente alla mano dell'uomo. Gli elementi diversi che costituiscono lo sci sono posizionati a mano dal basso verso l'alto nello stampo procedendo alternando i vari materiali a seconda del progetto che si sta seguendo. Il manufatto ottenuto però non ha coesione fra gli strati e per sopperire a ciò si effettua la cosiddetta "cottura", la quale consiste nel pressare a caldo lo stampo cosicché le resine possano fondersi e successivamente solidificarsi andando a legare i vari strati fra loro. La pressatura inoltre è utilizzata per imprimere allo sci la curvatura longitudinale dando caratteristiche meccaniche e comportamentali differenti. Dopo il raffreddamento il prodotto viene estratto dallo stampo, viene rifinito superficialmente e viene fatta una preparazione base alla soletta e alle lamine. Gli sci nascono singolarmente e l'accoppiamento in paia avviene successivamente, abbinando quelli con le caratteristiche il più simili possibile (www.formazione.fisi.org 2022). Lo sci così prodotto è pronto per essere venduto ma per essere utilizzato al meglio deve essere sottoposto ad un'affilatura delle lamine e ad una preparazione della soletta che varia in base alle abitudini dello sciatore e alle condizioni di neve che si andranno ad affrontare.

Capitolo 3 – Legni e altri materiali utilizzati da alcune aziende

3.1 Questionario alle aziende di settore

Per conoscere i particolari inerenti l'utilizzo del legno nella costruzione degli sci è stato inviato un questionario alle principali aziende che producono sci a livello internazionale. Le domande riguardavano la tipologia di materiali principalmente utilizzati nella costruzione di uno sci, le specie legnose maggiormente impiegate e la motivazione della scelta, la loro provenienza, le caratteristiche alle quali prestare attenzione e se vi è stata un'evoluzione storica dei materiali utilizzati.

Il questionario sottoposto alle aziende era:

1. Che materiali vengono utilizzati per comporre uno sci nella vostra azienda?
2. Che legno viene da voi utilizzato?
3. Quale legno viene utilizzato per le varie categorie di sci e con quali motivazioni? (All mountain, Freeride, Freestyle, Race, Touring)
4. Da dove proviene il legno che utilizzate?
5. Che caratteristiche deve avere il materiale per poter essere impiegato? (peso, assenza di difetti, stagionatura)
6. Il legno utilizzato negli anni è sempre stato lo stesso o vi è stato un cambio negli ultimi anni?

A questi quesiti hanno risposto 10 aziende su 20 interpellate:

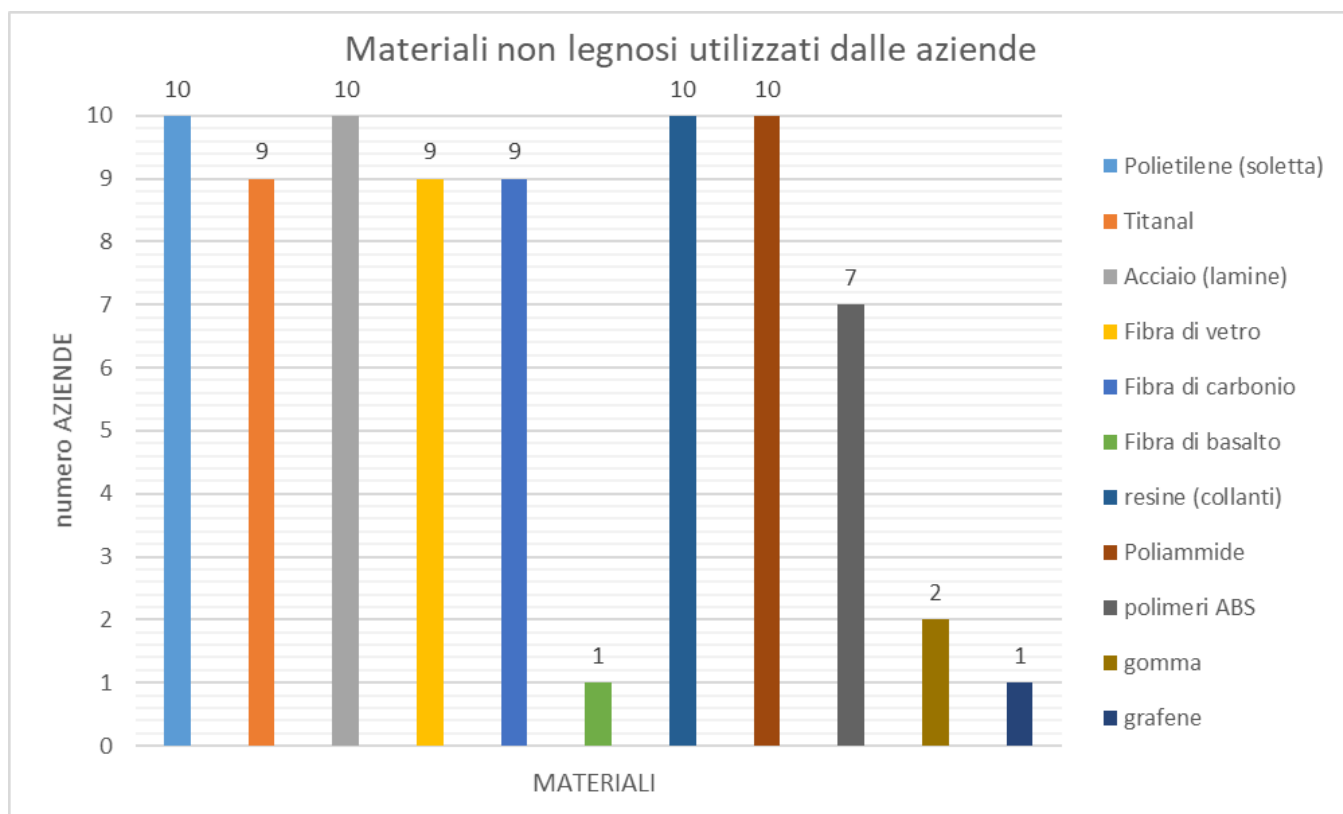
- | | |
|--------------------|--------------|
| 1. BLIZZARD | 6. LINE |
| 2. HEAD | 7. NORDICA |
| 3. FACTION | 8. ROSSIGNOL |
| 4. HINTERLAND SKIS | 9. SALOMON |
| 5. K2 | 10. SCOTT |

3.2 Le risposte al questionario

3.2.1 Materiali non legnosi impiegati nella composizione di uno sci (*Che materiali vengono utilizzati per comporre uno sci nella vostra azienda?*)

Come si è visto nel capitolo precedente differenti tipi di costruzione necessitano di diversi materiali. Inoltre in base allo scopo per cui uno sci viene costruito varia anche la sua struttura e di conseguenza i materiali scelti. I principali materiali utilizzati dalle varie ditte per costruire uno sci il più possibile standard sono gli stessi per ogni azienda: il polietilene ad alto peso molecolare per la soletta, l'acciaio per le lamine, le resine utilizzate come collanti e differenti materiali polimerici (poliammide) per la copertura dello sci a protezione dall'usura. Come si nota nel grafico (fig. 7) tutte e 10 le aziende che hanno risposto utilizzano questi materiali. Molto impiegati sono anche il Titanal, la fibra di vetro e la fibra di carbonio: infatti 9 aziende su 10 ne fa uso. Sette aziende su dieci utilizzano i polimeri ABS per i fianchetti dei propri sci, mentre le altre 3 utilizzano un materiale dalle caratteristiche simili ma differente. La gomma viene utilizzata come strato ammortizzante da due ditte, mentre il grafene e la fibra di basalto vengono utilizzati rispettivamente da una sola ditta.

Figura 7 Materiali non legnosi impiegati dalle varie aziende



3.2.2 Tipologia di legni impiegati dalle aziende di settore (*Che legno viene da voi utilizzato?*)

Le aziende non utilizzano una sola specie legnosa per la costruzione di uno sci: spesso ne vengono affiancate due o tre per avere un comportamento ottimale. La scelta di un certo legno per il core viene determinata dalla categoria cui lo sci è destinato: infatti uno sci da competizione deve essere pesante, rigido, reattivo e stabile ad alte velocità mentre uno sci da *touring* deve essere leggero, maneggevole e risultare di facile utilizzo su ogni pendio e neve. Quindi per utilizzi e utilizzatori diversi lo sci deve avere caratteristiche completamente differenti. Il grafico riportato in Figura 8 riassume bene quali legni sono più utilizzati e quali meno.

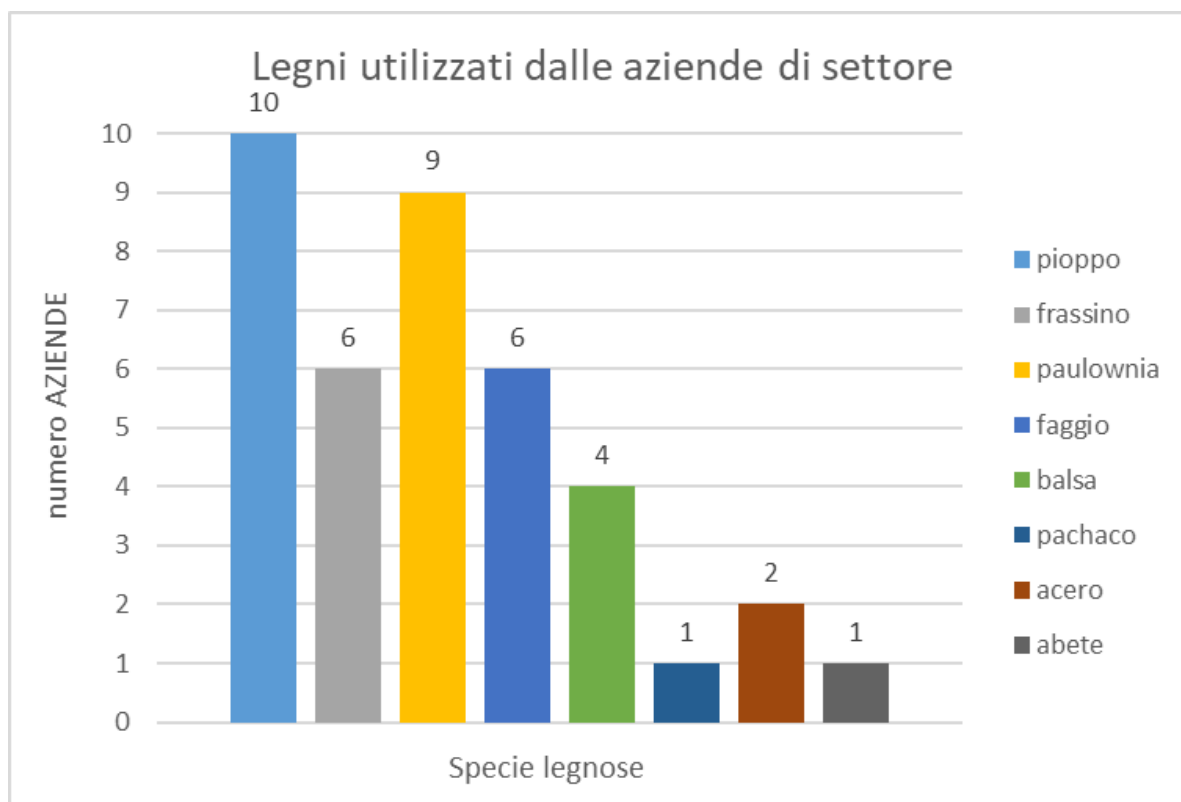


Figura 8 Legni impiegati nella costruzione di sci dalle aziende di settore

Dal questionari si evince che il legno più impiegato dalle aziende è il pioppo, utilizzato da tutte le 10 aziende. Molto utilizzato è anche il legno di paulownia che viene scelto da 9 aziende su 10. Di comune impiego sono anche i legni di frassino e faggio che vengono utilizzati per la costruzione di sci da sei aziende delle dieci totali. La balsa viene impiegata dal 40% delle aziende. Fra i legni meno utilizzati abbiamo l'acero che è impiegato da solo due delle dieci aziende prese in considerazione. Vengono impiegati in maniera veramente limitata i legni di abete e pachaco i quali vengono scelti da una sola azienda.

Entrando nello specifico, le scelte delle specie legnose per le diverse aziende sono:

~ BLIZZARD

L'azienda austriaca facente parte del *Tecnica Group* che ha sede in Italia, utilizza cinque specie legnose differenti per la costruzione dei suoi sci, i legni impiegati sono di: pioppo, frassino, paulownia, faggio e di balsa. L'azienda produce sci per differenti categorie non limitandosi ad una in particolare.

~ LINE

Quest'azienda statunitense, specializzata in sci da freestyle e freeride, utilizza solamente tre specie legnose: pioppo, paulownia e acero.

~ HEAD

Azienda leader del settore che già nella seconda metà dello scorso secolo aveva introdotto concetti rivoluzionari come la costruzione a sandwich e l'utilizzo di materiali non legnosi. La mente brillante che portò ad una rivoluzione nel mondo dello sci fu dell'ingegnere statunitense Howard Head, fondatore dell'azienda. Al giorno d'oggi gli sci prodotti da questa azienda contengono legni di pioppo e di paulownia.

~ NORDICA

Azienda storica che già dalla metà del secolo scorso produceva sci in Italia. Fa parte del *Tecnica Group* assieme all'azienda *Blizzard*. Questa azienda produce sci di ogni tipo e categoria. Per la costruzione degli sci di questo brand vengono utilizzati cinque tipi di legno: pioppo, frassino, paulownia, faggio e balsa.

~ FACTION

Azienda con sede in Svizzera, nasce nel 2006 con l'idea di creare sci rivoluzionari soprattutto nell'ambito del *freeride* e del *freestyle*. L'azienda elvetica utilizza ben sei diverse specie legnose per la costruzione dei suoi sci; i legni sono: pioppo, frassino, paulownia, faggio, balsa e pachaco.

~ ROSSIGNOL

Una delle prime aziende che iniziò a costruire sci, infatti quest'azienda nasce in Francia (Isère) nel primo decennio del XX secolo e fin da subito fu una pedina importante nella scacchiera delle aziende che producono sci. Rossignol è uno dei marchi più famosi ed utilizzati anche ai giorni nostri. Gli sci Rossignol contengono quattro specie di legni differenti: pioppo, frassino, paulownia e faggio.

~ HINTERLAND SKIS

Azienda giovane che trova la sua sede in Utah a Salt Lake City. L'azienda statunitense costruisce sci unici nel suo genere, con il focus sulla qualità e non sulla quantità. Nei loro sci troviamo legni di pioppo e frassino.

~ SALOMON

Società con base in Francia e fondata nella metà del secolo scorso. La ditta francese è una delle aziende principali nella produzione di sci. Salomon produce sci di tutti i tipi e per tutte le categorie. L'azienda con sede in Francia utilizza per la costruzione quattro tipi di legno: pioppo, paulownia, frassino e faggio.

~ K2

Azienda fondata nel 1962 dai fratelli Kirschner nello stato di Washington è un importante brand che ha un grande mercato negli sci da *touring*, *freestyle* e dal *freeride*. Per costruire gli sci vengono impiegati legni di pioppo, paulownia, balsa, acero e abete.

~ SCOTT

L'azienda fu fondata dall'ingegnere Ed Scott negli stati Uniti del 1958. L'azienda ha poi spostato in Svizzera il suo quartier generale. Scott produce biciclette e materiali sportivi differenti, solo nell'ultimo decennio si è specializzata nella costruzione di sci. Gli sci prodotti da questa ditta contengono tre specie legnose: pioppo, paulownia e faggio.

3.2.3 Legni impiegati per la creazione di sci di categorie differenti (*Quale legno viene utilizzato per le varie categorie di sci e con quali motivazioni?(All mountain, Freeride, Race, Freestyle, Touring)*)

Tipicamente non viene utilizzato un solo legno per la costruzione di sci ma diverse specie legnose vengono affiancate per ottenere il prodotto dalle caratteristiche migliori per le diverse categorie. Il legno del core è in forma di listelli disposti longitudinalmente: attraverso l'alternanza di listelli di legni diversi si otterranno sci con caratteristiche differenti, anche grazie all'accoppiamento con materiali non legnosi. La maggior parte delle aziende però non ha fornito motivazioni tecniche per la scelta delle specie legnose utilizzate. Analizzando ogni singola azienda possiamo dire che:

HEAD

Utilizza il legno di paulownia e di pioppo per i propri sci, nella linea *race* viene utilizzato legno di paulownia assieme alla fibra di carbonio e al grafene, nella linea *race carve* il legno di paulownia viene affiancato a quello di pioppo. Negli sci da donna della categoria *allmountain* gli sci hanno l'anima interamente in legno di paulownia mentre nella linea dedicata al *freestyle* e al *freeride* vi è una combinazione di legno di paulownia e carbonio. Nelle categorie di sci destinate ai principianti vengono impiegati dei nuclei in materiali plastici come le schiume espanse.

HINTERLAND SKIS

L'azienda dello Utah utilizza come core dei suoi sci solamente legni di pioppo e di frassino. Dalle tavole accuratamente scelte vengono creati i singoli listelli con i quali si crea la combinazione ideale dei due tipi di legno. Il frassino viene utilizzato per la sua durezza, per la sua pesantezza e per la resistenza mentre il pioppo non aumenta di troppo il peso e dona elasticità. L'azienda riporta che sta testando altri legni ma fino ad ora nessuno garantisce la longevità tipica dei legni già in uso.

FACTION

L'azienda con sede in Svizzera utilizza il pioppo in quasi la totalità dei suoi prodotti. Questo legno viene associato al faggio per sci della categoria *allmountain*, cioè per sci che sono adatti per tutte le condizioni. Il pioppo inoltre viene supportato dal frassino negli sci da freestyle, dove lo sci deve resistere a urti e atterraggi bruschi e dove il maggior peso è una da considerare una qualità più che un difetto. Un'altra combinazione di legni che viene utilizzata dall'azienda per sci *allmountain* è composta da legni di balsa e pachaco volta al grande pubblico, meno esperto e meno allenato dove il peso è una variabile da tenere in considerazione. Per il *backcountry (touring)* viene utilizzata la combinazione di paulownia-pioppo o viene utilizzato solamente il legno di paulownia per il core, entrambe le soluzioni garantiscono un ottimo rapporto fra leggerezza e prestazioni per ottenere il massimo sia in salita che in discesa.

NORDICA

L'azienda che ha sede nel trevigiano e ha prodotto sci per grandi campioni come Zeno Colò, Felix Neureuter, Dominik Paris, Alex Vinatzer ecc....Questa ditta italiana utilizza per le categorie *race* e *race carve* combinazioni particolari di legni pesanti e reattivi come il faggio,

il pioppo e il frassino. Per categorie come il *touring* vengono prediletti legni leggeri come la balsa e la paulownia.

SCOTT

L'azienda svizzero-americana produce solamente sci delle categorie *touring* e *freeride* e dunque predilige combinare un legno leggero ad uno pesante e resistente. Scott infatti utilizza sempre legno di paulownia per i propri sci, con inserti di pioppo o di faggio.

LINE

La statunitense LINE realizza principalmente sci per il *freestyle*, per il *freeride* e per il *backcountry*. Per gli sci utilizzati fuoripista e nei *park* vengono impiegati il pioppo, l'acero e la paulownia con una maggior percentuale di legno leggero negli sci da *freeride*. Gli sci da *touring* vengono realizzati in paulownia e acero o interamente in pioppo.

K2

L'azienda con sede nello stato di Washington utilizza il legno di pioppo per sci *allmountain*, invece per sci destinati a evoluzioni e salti fuori dall'ordinario lo sci è realizzato con legni di abete ed acero. Per la categoria *touring* si mischiano legni di balsa, paulownia e pioppo.

ROSSIGNOL

Uno dei *brand leader* del settore sci utilizza legno di frassino nelle categorie *race* e *race carve*, nelle quali un legno resistente, pesante e denso dona stabilità a sci che dovranno viaggiare a 150 km/h. Per il mondo del *freeride* viene scelta una combinazione di legno di paulownia e materiali plastici i quali lavorano assieme per rendere lo sci leggero e maneggevole su ogni pendio senza deturparne la stabilità. Vengono scelti core interamente in paulownia per sci da *backcountry* per i quali è necessario trovare il giusto compromesso fra agilità, controllo e leggerezza. Il legno di pioppo viene utilizzato per la categoria *allmountain* dove risulta ottimo per via del peso non troppo eccessivo ma rendendo lo sci stabile e di facile utilizzo.

SALOMON

L'azienda francese utilizza per la categoria *race* e *race carve* una saggia combinazione di faggio e frassino i quali donano allo sci reattività, stabilità. Per le categorie *allmountain*, *freeride*, *touring* e *freestyle* vengono impiegati legni di paulownia e di pioppo.

BLIZZARD

L'azienda salisburghese utilizza varie combinazioni per creare gli sci delle differenti categorie. Per gli sci *allmountain* utilizza il connubio fra pioppo e frassino, per il mondo *race* e *race carving* viene scelto il frassino con qualche inserto di pioppo e faggio. Per quanto riguarda il mondo del fuoripista l'azienda combina componenti legnose a componenti sintetiche, infatti negli sci da *freeride* possiamo trovare pioppo, faggio, paulownia e un core di materiale schiumoso. Per rendere più piacevoli le salite con gli sci ai piedi senza togliere il divertimento della discesa, gli sci da *touring* Blizzard vengono costruiti con il legno di paulownia.

3.2.4 Provenienza del legno utilizzato per il core negli sci dalle aziende (*Da dove proviene il legno che utilizzate?*).

L'azienda austriaca HEAD ha dichiarato nel questionario che i suoi sci contengono legno di piante provenienti dall'Europa, dall'America e dal Canada. Non specifica se i legni utilizzati hanno certificazioni (FSC o PEFC), nemmeno sul loro sito si trovano informazioni a riguardo.

L'azienda statunitense HINTERLAND SKIS reperisce il legno necessario per i suoi sci da una segheria di Salt Lake City e riporta come ogni bancale di assi sia scelto a mano da un dipendente dell'azienda specializzato. Anche in questo caso l'azienda non riporta certificazioni per i legni utilizzati come nucleo dei loro sci e sui loro portali non riportano alcun dato sulla provenienza di questi materiali.

La ditta K2 non ha dato risposta per quanto riguarda la provenienza del legno utilizzato nelle anime dei propri sci; inoltre anche sui canali web non è possibile trovare nessuna informazione a riguardo.

L'azienda LINE non ha riportato alcuna risposta in merito alla provenienza del legno utilizzato come core nei loro sci. Non è stato possibile reperire alcuna informazione a riguardo neppure sul loro sito web.

L'azienda FACTION scrive che i legni di pioppo, faggio e frassino utilizzati come core degli sci siano provenienti da foreste europee e provvisti di certificazione FSC (*Forest Stewardship Council*). FACTION però non specifica la provenienza delle altre tre specie legnose da loro utilizzate. Sul loro portale c'è una sezione dedicata e viene riportato come

alcuni legni da loro utilizzati abbiano la certificazione FSC, ma non riporta che specie legnose abbiano tale certificazione e da dove provengono le altre specie legnose.

L'azienda SCOTT non ha fornito informazioni riguardo la provenienza dei legni utilizzati per produrre i loro sci. Nemmeno sui loro portali web è possibile reperire questa informazione, dunque non è possibile sapere da dove provengono le specie legnose utilizzate da SCOTT e se queste siano in qualche modo certificate.

L'azienda francese SALOMON non ha risposto a questo quesito del questionario ma sul loro sito riportano le azioni a sostegno dell'ambiente. Purtroppo fra le varie sezioni non c'è niente riguardo la provenienza del legname e non c'è nessun cenno ad una possibile certificazione delle anime da loro utilizzate per la realizzazione di sci.

L'azienda ROSSIGNOL dichiara che le anime in pioppo hanno la certificazione PEFC (*Programme for Endorsement of Forest Certification*), ma non specifica la provenienza e non certifica le altre specie legnose che utilizza. Sul sito web si trova una sezione dedicata alla sostenibilità e in questa parte di portale portano che la loro fabbrica di sci ad Artés in Spagna è certificata dal 2019 per l'uso di anime in legno etichettate PEFC e FSC. Con questa dichiarazione non è possibile capire per quali specie legnose sia valida la certificazione e nemmeno per quali prodotti.

L'azienda italiana NORDICA riporta che i propri fornitori hanno sede in Slovenia, in Austria ed in Svizzera. Il brand trevigiano scrive che tutto il legno da loro utilizzato ha certificazione FSC (*Forest Stewardship Council*). Sul loro sito web non appare alcuna informazione sulla provenienza e sulla certificazione delle anime in legno.

Come ultimo marchio che ha risposto alla domanda sulla provenienza del legno utilizzato c'è BLIZZARD la quale riporta che i legni da loro impiegati hanno provenienza europea (Austria e Slovenia), con l'esclusione della paulownia che proviene dal sudest asiatico. Sul sito web di BLIZZARD non è riportata alcuna informazione sulla provenienza e sulle certificazioni della materia prima legno.

3.2.5 Caratteristiche necessarie che il materiale deve avere per essere utilizzato nella costruzione di sci (*Che caratteristiche deve avere il materiale per poter essere impiegato? (peso, assenza di difetti, stagionatura)*)

Il materiale utilizzato deve tendenzialmente avere pochi difetti o esserne del tutto privo, deve essere ben stagionato con bassa percentuale di umidità. Queste caratteristiche rendono il legno stabile a cambi di temperatura e donano allo sci caratteristiche costanti senza cambiamenti nel comportamento dovuti all'umidità o alla presenza di difetti (Montagnin M. 2011).

Solamente poche aziende hanno risposto a questo quesito ma riportando comunque informazioni interessanti.

L'azienda HINTELAND SKIS conferma il suo principale obiettivo, cioè la qualità e la longevità di un paio di sci. Per ottenere ciò cercano assi con venature il più uniformi possibile così lo sci risponderà in maniera uniforme. Evitano di utilizzare tavole con difetti che si tradurrebbero in punti deboli. Utilizzano due legni con densità differenti così da limitare il peso senza perdere efficienza. L'azienda riporta che la stagionatura è un processo fondamentale per creare un'anima di uno sci, poiché, se il legno contiene troppa umidità, durante il processo di pressatura questo rilascerà vapore rendendo il prodotto finale inutilizzabile.

L'azienda NORDICA sottolinea come l'umidità delle anime sia un criterio a cui si deve prestare massima attenzione, un livello di umidità costante fra i vari legni permette al nucleo, costituito da listelli, di mantenere rapporti stabili.

L'azienda BLIZZARD scrive che le tavole lamellari che acquistano devono rispondere a dei criteri di qualità con relative tolleranze:

- Dimensionali: larghezza, lunghezza e spessore devono essere quelli predefiniti.
- Densità dei legni.
- Umidità del legno.
- Qualità del legno e della tavola, se preincollati si controlla anche la qualità dell'incollaggio.

3.2.6 Evoluzione storica dei legni impiegati per la realizzazione di sci (*Il legno utilizzato negli anni è sempre stato lo stesso o vi è stato un cambio negli ultimi anni?*)

Il legno è stato l'unico materiale costituente gli sci fino alla metà del secolo scorso. Negli anni '60-'70 si è provato a fare sci interamente in fibra di vetro o in alluminio ma questi non avevano i pregi di uno sci in legno poiché presentavano enormi difetti di vibrazione e stabilità. Così nella seconda metà del novecento si cominciò ad abbinare il legno a materiali strutturali e a prediligere la costruzione a *sandwich* ottenendo così il meglio da tutti i materiali impiegati. Per sci di basso costo e destinati a principianti c'è stato uno sviluppo di materiali schiumosi per l'anima dello sci, che rendono lo sci morbido, leggero e soprattutto di facile utilizzo per chi è alle prime armi.

L'azienda statunitense HINTERLAND SKIS scrive che dalla loro fondazione le materie prime legnose non sono mai cambiate ma la ditta continua a testare combinazioni di legni differenti per le loro anime.

NORDICA scrive che i materiali principali sono rimasti più o meno invariati con alcuni che vengono accantonati per poi essere impiegati nuovamente sotto un'altra veste. Il *brand* italiano specifica che l'innovazione principale riguarda la combinazione di materiali differenti.

La francese SALOMON pone l'attenzione sul fatto che vi è stata un'evoluzione nell'utilizzo di legni più leggeri e meno densi per favorire e facilitare le categorie di sci destinate ad un pubblico principiante, intermedio e con un occhio particolare al pubblico femminile.

La ditta austriaca BLIZZARD evidenzia come le specie legnose non siano sostanzialmente cambiate negli ultimi decenni ma pone l'attenzione su come è cambiato il livello di qualità della materia prima utilizzata e come i processi produttivi siano migliorati. Tutto ciò porta ad un prodotto migliore e moderno.

Capitolo 4 – le specie legnose: analisi delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei principali legni utilizzati nella costruzione di sci

4.1 Parametri di umidità e di massa volumica dei legni utilizzati come core negli sci

Il legno è un materiale caratterizzato da peso ridotto rispetto al volume, da una struttura porosa e un'ultrastruttura fibrosa. Il legno ha proprietà anisotrope e viene spesso apprezzato per l'estetica tipica. Inoltre è una risorsa rinnovabile e sostenibile qualora le foreste siano adeguatamente gestite. I produttori di sci utilizzano varie specie legnose per la composizione di sci ed un parametro che determina la stabilità fisica dell'anima di uno sci è il suo contenuto di umidità.

Il legno è un materiale igroscopico e tende a mettersi in equilibrio con l'umidità ambientale. Se il core non fosse racchiuso ed isolato dall'ambiente esterno questo andrebbe incontro a rigonfiamenti e ritiri non voluti, soprattutto se lasciato a contatto con l'aria; mentre se vi fosse un contatto con acqua libera (neve in fusione), il volume del legno arriverebbe al massimo rigonfiamento e il peso potrebbe aumentare in modo considerevole.

Per sopperire a queste problematiche le aziende hanno ideato una struttura che permette al legno di essere isolato dall'ambiente esterno evitando così movimenti dimensionali non desiderati ed aumenti repentini del peso specifico dell'attrezzo. Il legno viene utilizzato con valori di umidità compresi fra l'umidità normale (12%) e l'umidità commerciale (15%).

Per la realizzazione di un ottimo sci si necessita di legni stabili, stagionati possibilmente nelle stesse condizioni o se possibile essiccati in condizioni di umidità e temperatura controllate. Un'umidità eccessiva causerebbe dei problemi nei processi di produzione, infatti nel processo di pressatura a caldo l'acqua evaporerebbe creando poi problemi di condensazione e imbibizione.

La massa volumica dei legni che compongono uno sci è un altro parametro fondamentale. per il core vengono utilizzati legni di diverse specie che di conseguenza hanno masse volumiche differenti. Negli ultimi anni le ditte hanno testato e analizzato diverse combinazioni di legni, affinando questi appaiamenti con l'obiettivo di ottimizzare il materiale per lo scopo a cui è destinato.

Per poter comprendere il perché le aziende di settore scelgono un legno rispetto ad un altro è bene analizzare i parametri che influenzano tale scelta, che sono: il modulo elastico, la

massa volumica e la resistenza alla flessione. Questi tre parametri ci danno la possibilità di capire perché certi legni sono favoriti ad altri per differenti scopi.

Il modulo elastico ci dice quanto un materiale è "rigido": più alto è il suo valore, più difficile sarà la deformazione per una data sollecitazione. Quindi legni con valori di modulo elastico elevato saranno molto rigidi e si deformeranno meno, risultando così meno elastici.

La massa volumica ci dice quanto pesa, per un dato volume, quel tipo di legno; tale valore ha notevole importanza quando lo scopo è raggiungere le migliori performances senza però aumentare troppo il peso.

La resistenza alla flessione si riferisce a quanto un corpo tende a flettersi prima di rompersi. Il materiale tenderà a piegarsi generando in una zona specifica trazione e in un'altra compressione, se si supera la soglia di resistenza alla flessione il materiale andrà incontro a rottura.

Nella Tabella 3 è possibile vedere i dati riferiti al modulo elastico, alla resistenza alla flessione e alla massa volumica media dei legni utilizzati dalle aziende che hanno preso parte al questionario.

Tabella 3 Proprietà dei principali legni utilizzati come core negli sci

Specie legnosa	Massa volumica	Modulo elastico	Resistenza a flessione
	[gr/cm³]	[N/mm²]	[N/mm²]
Pioppo*	0,45	7.800	55
Frassino*	0,72	13.000	108
Paulownia*	0,3	4.400	38
Faggio*	0,73	15.000	120
Balsa*	0,15	3.700	20
Pachaco*	0,32	5.800	40
Acero*	0,66	9.600	118
Abete*	0,44	14.500	70

***(Nardi Berti R. 2020, Athanázio-Heliodoro J.C., Pacheco L., Gaiad N., Lara-Palma H.A., Ballarin A.W. 2018, www.wood-database.com 2022)**

4.2 Dati delle aziende

Facendo riferimento a quanto riportato dalle aziende si può vedere come in base alla tipologia di sci che si vuole costruire, si impiegano diverse specie legnose o una combinazione di esse. Si può notare come molte aziende utilizzino le stesse combinazioni di legno e come altre invece si scostino da queste.

L'azienda tedesca HEAD, ad esempio utilizza del legno di paulownia per i propri sci professionali, invece per le categorie inferiori lo mischia con il pioppo. Dalla Tabella 4 si vede come pioppo e paulownia abbiano massa volumica non troppo differente con valori di modulo elastico e resistenza alla flessione migliori per il pioppo. Dunque il pioppo ha prestazioni migliori rispetto alla paulownia per quanto riguarda la rigidità (modulo elastico) e la resistenza (resistenza alla flessione), ma presenta una massa volumica superiore. Per ottenere le migliori prestazioni senza elevare il peso (categoria race) HEAD utilizza solo la paulownia combinata ad altri materiali di rinforzo. Invece per sci di uso amatoriale aggiunge il pioppo per garantire buone prestazioni aumentando di poco il peso dello sci.

Tabella 4 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta HEAD

HEAD				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Paulownia	RACE	0,3	4400	38
Pioppo/Paulownia	ALL MOUNTAIN	0,45 - 0,30	7800 - 4400	55 - 38

L'azienda nordamericana HINTERLAN SKIS utilizza per tutti i suoi sci la combinazione di pioppo e frassino. Osservando la Tabella 5 si evidenzia come tale mix sia interessante poiché combina un legno più denso, rigido e resistente, come il frassino, a uno più leggero con caratteristiche di modulo elastico e resistenza alla flessione nella media, come il pioppo. Un connubio interessante che non si pone l'obiettivo di comporre uno sci particolarmente leggero ma anzi crea un core più pesante che garantisce ottime prestazioni in tutti gli ambienti e in ogni condizione.

Tabella 5 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta HINTERLAND SKIS

HINTERLAND SKIS				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Pioppo/Frassino	per tutte le categorie	0,45 - 0,72	7800 - 13000	55 - 108

L'azienda con sede in Svizzera, FACTION SKIS, presenta nella sua linea sci con differenti combinazioni lignee. Per comparare le caratteristiche dei legni guardare Tabella 6. Viene utilizzato il pioppo negli sci ideati per andare bene in ogni condizione, ottimizzando così le proprietà medie di questo legno. Vengono utilizzati pioppo e faggio per sci da *freeride* che grazie all'unione di un legno più leggero e meno resistente ad uno più denso e resistente, realizzano un prodotto dal peso non elevato, stabile e funzionale ad alte velocità su pendii coperti da neve fresca. Un altro connubio utilizzato in casa FACTION è quello fra pioppo e frassino, che viene utilizzato per sci da *freestyle* i quali devono resistere a forti urti e essere stabili durante le evoluzioni più disparate. Per la produzione di sci *allmountain* si utilizza anche l'accostamento fra legno di balsa e di pachaco; che garantisce discreti parametri di resistenza ed elasticità. Questi legni hanno valori di massa volumica ridotti rendendo così lo sci leggero e di facile utilizzo anche per chi mette gli sci per la prima volta. Per il mondo dello sci d'alpinismo quest'azienda si affida alla combinazione pioppo-paulownia, il primo legno ha valori intermedi di rigidità e resistenza mentre il secondo ha valori di massa volumica minori. Per sci ancora più leggeri ci si affida ad un'anima realizzata completamente in legno di paulownia.

Tabella 6 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta FACTION SKIS

FACTION SKIS				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Pioppo	ALL MOUNTAIN	0,45	7800	55
Pioppo/Faggio	FREERIDE	0,45 - 0,73	7800 - 15000	55 - 120
Pioppo/ Frassino	FREESTYLE	0,45 - 0,72	7800 - 13000	55 - 108
Balsa/Pachaco	ALL MOUNTAIN	0,15 - 0,32	3700 - 5800	20 - 40
Pioppo/Paulownia	BACKCOUNTRY	0,45 - 0,30	7800 - 4400	55 - 38
Paulownia	TOURING	0,3	4400	38

L'azienda italiana NORDICA utilizza un particolare mix di faggio, pioppo e frassino per la categoria *race* e *race carve*; unendo due legni con una massa volumica importante, modulo elastico e resistenza alla flessione elevati (faggio e frassino) a uno meno denso e resistente, ma più elastico come il pioppo (per dati vedi tab. 7). Mentre per sci da *touring* o sci adatti ai principianti vengono appaiati due legni: paulownia e balsa; tali legni ottimizzano il peso dello sci avendo entrambi massa volumica bassa, garantendo comunque resistenza alla flessione e valori di rigidità sufficienti.

NORDICA				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Faggio/Pioppo/Frassino	RACE - RACE CARVE	0,73 - 0,45 - 0,72	15000 - 7800 - 13000	120 - 55 - 108
Paulownia/Balsa	BACKCOUNTRY - ALLMOUNTAIN	0,30 - 0,15	4400 - 3700	38 - 20

Tabella 7 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta NORDICA

L'azienda SCOTT costruisce sci che hanno come destinazione d'uso il mondo del *touring* e del *freeride* dove è necessario avere il giusto rapporto fra peso, resistenza e stabilità. Per queste motivazioni principalmente per gli sci da *touring* vengono combinati due legni: uno leggero con prestazioni di rigidità e resistenza discrete (paulownia) e uno con massa volumica di poco superiore ma con caratteristiche di rigidità e resistenza migliori (pioppo) vedi Tabella 8.

Un altro appaiamento è rappresentato dal duo paulownia e faggio, questa combinazione è utilizzata maggiormente negli sci da *freeride* dove il faggio, con il suo peso, la sua rigidità e la sua resistenza affianca al meglio un legno meno denso e meno prestazionale come quello di paulownia (vedi tab.8).

SCOTT				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Paulownia/Pioppo	TOURING	0,30 - 0,45	4400 - 7800	38 - 55
Paulownia/Faggio	FREERIDE	0,30 - 0,73	4400 - 15000	38 - 120

Tabella 8 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta SCOTT

La ditta transalpina SALOMON per i suoi sci da competizione affianca due dei legni più prestazionali in uso nell'ambiente sci: faggio e frassino. Tale combinazione ottimizza le proprietà dello sci a discapito del peso, che con questi due legni difficilmente sarà contenuto (vedi tab. 9 per dettagli sui legni). Per gli sci *allmountain* vengono invece affiancati i legni di paulownia e pioppo andando così a contenere il peso, garantendo comunque prestazioni discrete.

Tabella 9 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta SALOMON

SALOMON				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Faggio/Frassino	RACE - RACE CARVE	0,73 - 0,72	15000 - 13000	120 - 108
Paulownia/Pioppo	ALLMOUNTAIN	0,30 - 0,45	4400 - 7800	38 - 55

Il *brand* austriaco BLIZZARD predilige diverse combinazioni per le differenti categorie di sci che produce. Per sci della categoria *allmountain* si affianca il legno di pioppo a quello di faggio, combinazione tipica poiché un legno più leggero e meno prestazionale è supportato da uno più pesante con prestazioni di alta fascia (vedi tab. 10). Per il mondo *racing* quanto appena detto è amplificato poiché due legni pesanti e dalle ottime caratteristiche meccaniche (frassino e faggio) vengono affiancati da un legno più leggero e meno prestazionale come il pioppo, il quale ha il principale scopo di limitare il peso dell'anima dello sci. Per la categoria *freeride* in casa BLIZZARD si affiancano i legni di faggio, pioppo e paulownia, ottimizzando il peso e avendo comunque un legno dalle caratteristiche meccaniche ottimali (faggio), che andrà a supportare gli altri due. Per la categoria *touring* nella quale l'aspetto più importante è il peso viene utilizzato solamente il legno di paulownia per la realizzazione del core degli sci.

Tabella 10 Proprietà dei legni utilizzati come core negli sci della ditta BLIZZARD

BLIZZARD				
Specie legnosa o combinazioni di esse	Categoria di sci	Massa volumica [gr/cm ³]	Modulo elastico [N/mm ²]	Resistenza a flessione [N/mm ²]
Pioppo/Faggio	ALLMOUNTAIN	0,45 - 0,73	7800 - 15000	55 - 120
Frassino/Faggio/Pioppo	RACE - RACE CARVE	0,72 - 0,73 - 0,45	13000 - 15000 - 7800	108 - 120 - 55
Faggio/Pioppo/Paulownia	FREERIDE	0,73 - 0,45 - 0,30	15000 - 7800 - 4400	120 - 55 - 38
Paulownia	TOURING	0,3	4400	38

Capitolo 5 – Conclusioni

Nonostante il legno sia stato il primo materiale impiegato nella costruzione di sci e benché vi sia stata un'evoluzione tecnologica dei materiali molto spinta, questo composto è ritenuto ancora il miglior materiale per la realizzazione dell'anima degli sci. Nella seconda metà del secolo scorso questo materiale di origine naturale era stato sostituito da materiali plastici espansi o materiali fibrorinforzati, ma questi furono presto accantonati perché non garantivano le prestazioni sperate. Il legno è apprezzato in questo settore per la naturalità nel reagire e nel flettersi in base alle condizioni della pista e alla velocità, caratteristiche difficilmente reperibili in un materiale artificiale; tutto ciò dona un feeling particolare a chi utilizza questi materiali. Una caratteristica che rende il legno un materiale unico è la capacità di smorzare le vibrazioni e di assorbirle, nonosante piste e velocità tutt'altro che stabili. Il legno inoltre mantiene le sue caratteristiche nel tempo, rendendo lo sci più duraturo. Qualunque sia il livello dello sciatore cui è destinato, dal principiante all'atleta, e qualunque sia il valore di mercato, un buon sci dunque avrà sempre un'anima in legno.

Bibliografia

- Athanázio-Heliodoro J.C., Pacheco L., Gaiad N., Lara-Palma H.A., Ballarin A.W. 2018. Properties of Young Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) Wood from a Forest Recovery Area. *Floresta e Ambiente*, 25(3): e20160366 (2018)
- Canchignia-Martinez H.F., Hernández-Delgado S., Gornález-Paz M., Motte E. e Mayek-Pérez N. 2006. Genetic Relationships among *Schizolobium parahybum* (Vell.) Blake (Leguminosae) Ecotypes from Ecuador and other Countries. *Silvae Genetica*, 56, 5 (2007): 214-221
- Finstad E., Martinsen J., Hole R. e Pilø L.. 2016. Prehistoric and Medieval Skis from Glaciers and Ice Patches in Norway. *Journal of Glacial Archaeology* 3.1: 43-58
- Montagnin M. 2011. Studio dei materiali impiegati nella costruzione di sci. Relatore Ing. Bernardo E. Corso di laurea in Ingegneria meccanica e mecatronica, Facoltà di ingegneria, Università degli Studi di Padova, Padova.
- Grimaldi B. 2018. Studio e progettazione di una pressa modulare per la fabbricazione di sci. Relatore Ing. Crivelli D., Correlatore Ing. Amaro W. Corso di laurea in Ingegneria meccanica TP, Scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana.
- Nardi Berti R. 2020 III° Ristampa. La struttura anatomica del legno ed il riconoscimento dei legnami italiani di più corrente impiego. Sesto Fiorentino (Firenze): IGV srl.
- Roati S. 2019. Analisi cinematica telemetrica dello sci alpino tramite sensori indossabili miniaturizzati. Relatore Prof. Somà A. Corso di laurea magistrale in Ingegneria biomedica, Politecnico di Torino, Torino
- Formazione FIS (2021)
<https://formazione.fisi.org/coscuma/alpino/mappa/map>
- Sciare Mag (2022)

<https://www.sciaremag.it/notiziesci/la-mostra-darte-degli-allievi-di-brera-ritornare-a-rodoy-nella-casa-dei-maestri-del-collegio-veneto/>

- Treccani vocabolario (2021)

<https://www.treccani.it/vocabolario/sciancratura/>

- Wikimedia Commons

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:9491b-Schizolobium_parahyba_%28Guapuruvu%29.jpg

Wood-database (2022)

<https://www.wood-database.com/european-silver-fir/>

<https://www.wood-database.com/sycamore-maple/>

<https://www.wood-database.com/balsa/>

<https://www.wood-database.com/european-beech/>

<https://www.wood-database.com/european-ash/>

<https://www.wood-database.com/paulownia/>

<https://www.wood-database.com/european-aspen/>

Allegato – Caratteristiche delle specie legnose utilizzate per la costruzione di sci

Abete

L'azienda che utilizza questo legno non ha specificato la specie, dunque si farà riferimento alla specie *Abies alba*.



Nome scientifico: *Abies alba* Mill.

Famiglia: Pinaceae

Caratteristiche macroscopiche

Il legno di Abete Bianco è di colore biancastro, presenta anelli annuali evidenti e ha durame indifferenziato. Non presenta canali resiniferi, ha una tessitura medio-fine, con fibratura dritta o di poco inclinata.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di 0,44 g/cm³ (U=12%), presenta dei valori di ritiro: assiale 0,35% - radiale 3,5% - tangenziale 7,2% - volumetrico 11%. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di U=12% si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 38 N/mm², resistenza alla flessione statica di 70 N/mm² e di modulo elastico a flessione di 14500 N/mm².

Figura 9 Legno di Abete Bianco (www.wood-database.com 2022)

Impiego del legname

Molte volte viene commercializzato assieme all'Abete Rosso. Viene impiegato nell'edilizia, nella falegnameria, per la realizzazione di mobili, per pannelli di fibre e nell'industria della carta. Viene utilizzato da alcune aziende (K2) per la composizione del core degli sci (Nardi Berti R. 2020)

Acero Le aziende che utilizzano questo legno non hanno specificato la specie, dunque si farà riferimento alla specie *Acer pseudoplatanus*.



Nome scientifico: *Acer pseudoplatanus* L.

Famiglia: Aceraceae

Caratteristiche macroscopiche

Legno di colore biancastro sericeo e non presenta differenziazione fra alburno e durame. Gli anelli sono di media ampiezza e abbastanza irregolari, non c'è grande differenza fra la zona primaticcia e quella tardiva. I raggi sono sottili e numerosi e donano lucidità e lucentezza al legno. La tessitura di questo legno è fine e la fibratura è irregolare, spesso la fibratura nella parte basale del fusto è ondulata e ciò determina dei tratti mazzati di notevole valore.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Figura 10 Legno di Acero Montano (www.wood-database.com 2022)

Ha una massa volumica di $0,66 \text{ g/cm}^3$ ($U=12\%$), presenta dei valori di ritiro da medio ad elevato. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di $U=12\%$ si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 43 N/mm^2 , resistenza alla flessione statica di 118 N/mm^2 e di modulo elastico a flessione di 9600 N/mm^2 .

Impiego del legname

Legno con caratteristiche meccaniche ottime e di facile lavorazione. Alcune parti del fusto se segate a dovere mettono in mostra l'aspetto sericeo rendendo questo legno molto ricercato per la realizzazione di mobili. I pezzi con figure (radiche e mazzature) sono utilizzati per mobili decorativi o strumenti musicali. Viene utilizzato da qualche azienda (K2 e LINE) come core per alcuni sci che realizzano (Nardi Berti R. 2020).

Balsa

Nome scientifico: *Ochroma pyramidale*

Famiglia: Malvaceae



Figura 11 Legno di Balsa
(www.wood-database.com
2022)

Caratteristiche macroscopiche

Legno con alburno e durame differenziato, il primo di colore biancastro mentre il secondo è di colore marrone. Ha una tessitura medio grossolana e fibratura è regolare.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di $0,15 \text{ g/cm}^3$ ($U=12\%$), presenta dei valori di ritiro da medio ad elevato. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di $U=12\%$ si hanno valori di: resistenza alla flessione statica di 20 N/mm^2 e di modulo

elastico a flessione di 3700 N/mm^2 .

Impiego del legname

Legno di facile lavorazione, preferito l'incollaggio rispetto all'utilizzo di chiodi. Se trattato assorbe molta vernice. Il legno di Balsa è utilizzato per modellini, boe, zattere, strumenti musicali ecc. Viene utilizzato da qualche azienda (NORDICA, BLIZZARD, K2 E FACTION SKIS) come anima per strutture a sandwich di alcuni sci (www.wood-database.com 2022).

Faggio

Le aziende che utilizzano questo legno non hanno specificato la specie, dunque si farà riferimento alla specie *Fagus sylvatica* L.



Nome scientifico: *Fagus sylvatica* L.

Famiglia: Fagaceae

Caratteristiche macroscopiche

In genere il legno di faggio ha durame indifferenziato, a volte può avere una zona interna, chiamata cuore rosso o falso durame, che con la stagionatura scompare. Gli anelli sono faticosamente individuabili poiché non vi è troppa differenza fra legno primaticcio e tardivo. I vasi sono invisibili a occhio nudo mentre i raggi si vedono bene. La fibratura è dritta

Figura 12 Legno di Faggio
(www.wood-database.com 2022)

mentre la tessitura è di tipo fine.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di $0,73 \text{ g/cm}^3$ ($U=12\%$), presenta dei valori di ritiro: assiale $0,2\%$ - radiale $5,8\%$ - tangenziale 10% - volumetrico 17% . Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di $U=12\%$ si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 73 N/mm^2 , resistenza alla flessione statica di 120 N/mm^2 e di modulo elastico a flessione di 15000 N/mm^2 .

Impiego del legname

Legno di facile lavorazione, spesso attaccato da funghi ed insetti se non subisce il processo di vaporizzazione. Con la vaporizzazione cambia anche il colore che diventa più tendente al rosaceo. Con la stagionatura tende a creparsi e a deviare. Trova impiego nella realizzazione di sedie e mobili, inoltre viene sfogliato facilmente. Molto utilizzato nell'industria della carta. Il principale legno utilizzato in Italia come legname da ardere. Molte aziende del mondo dello sci utilizzano il faggio come nucleo dei propri sci (ROSSIGNOL, FACTION SKIS, SCOTT, SALOMON, NORDICA E BLIZZARD) (Nardi Berti R. 2020).

Frassino

Le aziende che utilizzano questo legno non hanno specificato la specie, dunque si farà riferimento alla specie *Fraxinus excelsior* L.

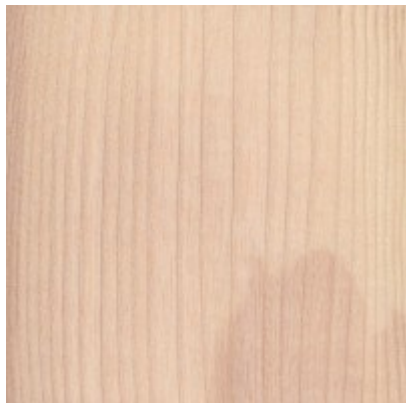


Figura 13 Legno di Frassino
(www.wood-database.com
2022)

Nome scientifico: *Fraxinus excelsior* L.

Famiglia: Oleaceae

Caratteristiche macroscopiche

Alburno e durame differenziati ma entrambi di colore chiaro. L'alburno è bianco con sfumature gialle e rosa mentre il durame è chiaro (a volte nerastro se attaccato da funghi). Gli anelli si vedono chiaramente ad occhio nudo, mentre i raggi parenchimatici sono individuabili nelle sezioni radiali. La fibratura è tendenzialmente dritta mentre la tessitura è grossolana.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di 0,72 g/cm³ (U=12%), presenta dei valori di ritiro: assiale 0,2% - radiale 4,9% - tangenziale 9,2% - volumetrico 14,2%. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di U=12% si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 52 N/mm², resistenza alla flessione statica di 108 N/mm² e di modulo elastico a flessione di 13000 N/mm².

Impiego del legname

Legno molto utilizzato per la realizzazione di articoli sportivi (racchette da tennis, stecche da hockey, sci, mazze da golf) per via della sua elasticità. Per molti ambiti sportivi è stato sostituito con materiali sintetici. Questo legno stagiona facilmente ma subisce molto i cambi di umidità risultando poco stabile. Una volta stagionato è di facile lavorazione ed è ottimale per lavori di fino. Legno non duraturo ma di facile trattamento, inoltre si incolla con facilità. Viene molto utilizzato anche per attrezzi agricoli e manici di utensili vari. Molto utilizzato come core di sci dalle ditte (ROSSIGNOL, HINTERLAND SKS, FACTION SKIS, SALOMON, NORDICA E BLIZZARD) (Nardi Berti R. 2020).

Pachaco



Nome scientifico: *Schizolobium parahyba* (Vell) Blake
(Canchignia-Martinez H.F., Hernández-Delgado S., Gornález-Paz M., Motte E. e Mayek-Pérez N. 2006)

Famiglia: Fabaceae

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di $0,32 \text{ g/cm}^3$ ($U=12\%$), presenta dei valori di ritiro: assiale $0,34\%$ - radiale $2,69\%$ - tangenziale $7,24\%$ - volumetrico $11,2\%$. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di $U=12\%$ si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 23 N/mm^2 , resistenza alla flessione statica di 40 N/mm^2 e di modulo elastico a flessione di 5800 N/mm^2 .

Figura 14 Legno di Pachaco
(www.commonswikimedia.org)

Impiego del legname

Legno a rapido accrescimento, utilizzato in sud America per vari scopi, un'azienda fra quelle contattate (FACTION SKIS) utilizza questo legno come nucleo dei suoi sci. (Athanázio-Heliodoro J.C., Pacheco L., Gaiad N., Lara-Palma H.A., Ballarin A.W. 2018).

Paulownia

Nome scientifico: *Paulownia tomentosa*

Famiglia: Scrophulariaceae



Figura 15 Legno di Paulownia
(www.wood-database.com
2022)

Caratteristiche macroscopiche

Legno con alburno e durame differenziato, il primo di colore bianco pallido mentre il secondo è di colore marrone-grigio. La fibratura è regolare mentre la tessitura è grossolana. Presenta l'anello poroso con pori di grandi dimensioni nel legno primaticcio e di piccole dimensioni nel legno tardivo. Raggi di medie dimensioni visibili a occhio nudo.

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di $0,30 \text{ g/cm}^3$ ($U=12\%$), presenta dei valori di ritiro: radiale $2,4\%$ - tangenziale $3,9\%$ - volumetrico $6,4\%$. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di $U=12\%$ si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 20 N/mm^2 , resistenza alla flessione statica di 38 N/mm^2 e di modulo elastico a flessione di 4400 N/mm^2 .

Impiego del legname

Legno di facile lavorazione, per via della fibratura regolare e della massa volumica ridotta. Non adatto a lavori di fino per via della tessitura grossolana. Di facile incollaggio e verniciatura. Molto utilizzato per la realizzazione di pennelli di compensato, per lavori di falegnameria e per la realizzazione di strumenti musicali. Viene utilizzato da molte aziende (HEAD, ROSSIGNOL, K2, LINE, SCOTT, SALOMON, NORDICA, BLIZZARD E FACTION SKIS) come anima di laminati per strutture a sandwich di alcuni sci (www.wood-database.com 2022).

Pioppo

Le aziende non hanno specificato la specie di pioppo, si farà riferimento al genere con alcuni riferimenti al Pioppo Tremulo

Nome scientifico: *Populus* sp..

Famiglia: Salicaceae



Caratteristiche macroscopiche

Legno con alburno e durame non sempre differenziati, se lo sono l'alburno è biancastro con tonalità giallognole mentre il durame ha un colore che varia dal verde al bruno. Gli anelli di accrescimento sono facilmente individuabili e di andamento regolare. Si possono trovare falsi anelli o anelli doppi. La fibratura è dritta mentre la tessitura è molto variabile da specie a specie e varia da fine a grossolana.

Figura 16 Legno di Pioppo tremulo (www.wood-database.com 2022)

Caratteristiche fisiche e meccaniche

Ha una massa volumica di circa $0,45 \text{ g/cm}^3$ ($U=12\%$), presenta dei valori di ritiro da debole a medio. Le proprietà meccaniche variano al variare della massa volumica e dell'umidità del legno. Per valori di $U=12\%$ si hanno valori di: resistenza a compressione assiale di 43 N/mm^2 , resistenza alla flessione statica di 55 N/mm^2 e di modulo elastico a flessione di 7800 N/mm^2 .

Impiego del legname

Legno poco durevole, stagiona bene e è facile da lavorare. Si incolla e tratta con discreta facilità. Si utilizza per la falegnameria, per realizzare tavole, per imballaggi, per l'industria cartiera e come sfogliato per compensati. Legno principalmente proveniente da coltivazioni di ibridi. Viene utilizzato da tutte le aziende che hanno preso parte al questionario per la realizzazione di sci (HEAD, HINTERLAND SKIS, ROSSIGNOL, K2, LINE, SCOTT, SALOMON, NORDICA, BLIZZARD E FACTION SKIS) (Nardi Berti R. 2020).