

PRODUCT ENVIRONMENTAL FOOTPRINT REPORT

Pagina 1

# ***Distretto del Legno Alta Lombardia***

## ***Tetti ad alto risparmio energetico***



26 giugno 2015 – Rev01

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	3
1.1. La metodologia .....	4
2. OBIETTIVI DELLO STUDIO E CAMPO DI APPLICAZIONE .....	4
2.1. Unità di analisi e flusso di riferimento .....	4
2.2. Definizione dei confini di sistema .....	5
2.3. Rappresentatività, adeguatezza e fonti dei dati.....	10
2.4. Selezione delle categorie di impatto e dei metodi di calcolo .....	11
3. PROFILO DI UTILIZZO DELLE RISORSE E DI EMISSIONI.....	13
5. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI.....	20
5.1. Valutazione della qualità dei dati .....	20
5.2. Identificazione dei punti critici.....	26
6. CONCLUSIONI .....	27
7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	28

Pagina 2

## 1. INTRODUZIONE

Il Consorzio Legno Alta Lombardia è una realtà associativa che opera dal 2006 per pianificare iniziative volte a promuovere la crescita delle imprese e sviluppare strategie comuni a tutela degli interessi delle segherie della Valtellina, Valchiavenna, Valcamonica, Valsassina e Alto Lario. Si tratta di 17 segherie la cui produzione è di elementi in legno per la carpenteria e l'edilizia, e prodotti per l'imballaggio in legno. Attualmente hanno aderito al progetto PREFER nove segherie che si approvvigionano di legname principalmente dalla Valtellina e dalla vicina Svizzera. Alcune aziende hanno sviluppato uno specifico reparto di produzione di tetti e strutture in legno per l'edilizia.

Il Consorzio nel 2014 ha lavorato circa 160.000 mc di legno (85% abete, 9% larice e 6% pino), impiegando 255 addetti per un fatturato annuo di 47,6 ML di euro.

I prodotti caratterizzanti del Consorzio sono:

- Segato (prodotto comune a tutte le aziende) con unità funzionale il metro cubo di segato; si tratta di semilavorati in legno di varie sezioni e dimensioni, quali travi, travette, morali, listelli e tavole;
- Tetti ad alto risparmio energetico, con unità funzionale il metro quadro di tetto (con specifiche caratteristiche fisico-meccaniche).

L'oggetto di studio di questo documento sarà il tetto, giacché usa come semilavorato il segato, prodotto nello stesso modo da diverse aziende, e quindi ha all'interno del ciclo produttivo tutte le attività di segheria più quelle di carpenteria.

Il presente studio di Life Cycle Assessment (LCA) è stato condotto secondo la metodologia PEF (Product Environmental Footprint) per la valutazione dell'impronta ambientale di prodotto così come definita nella Raccomandazione 2013/179/UE della Commissione, del 9 aprile 2013, relativa *all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita dei prodotti*. Lo studio PEF è stato realizzato per uno dei prodotti rappresentativi del distretto, raccogliendo i dati da più aziende del distretto per coprire tutte le fasi produttive.

L'obiettivo è quello di fornire un'indicazione dell'impatto ambientale generato dal processo di produzione medio del distretto. L'impronta ambientale del prodotto viene realizzata nell'ambito del progetto PREFER, finanziato dal Programma Life plus della Commissione Europea.

Il progetto è iniziato il 1° ottobre 2013 e si concluderà a dicembre 2016. Coordinatore di PREFER è la Scuola Superiore Sant'Anna – Istituto di Management, che collaborerà con 6 partner italiani: CENTROCOT (Busto Arsizio), Consorzio dell'Asti (Asti), ERVET (Bologna), Distretto Nocera Gragnano (Salerno) e Regione Lombardia. Obiettivo del progetto è l'attuazione della metodologia "Product Environmental Footprint (PEF)" elaborata dalla Commissione Europea dei prodotti in diversi contesti produttivi.

Lo studio LCA sul ciclo di vita del legno ed il presente rapporto sono stati condotti da Ambiente Italia (assistenza tecnica della Regione Lombardia). Ulteriori informazioni relative allo stato di avanzamento del progetto e alle attività svolte possono essere reperite sul sito web del progetto: <http://www.lifeprefer.it/>.

## 1.1. La metodologia

La PEF (Product Environmental Footprint) è nata con l'obiettivo di sviluppare una metodologia europea armonizzata per gli studi di impronta ambientale volta a quantificare gli impatti ambientali dei flussi di materia/energia in ingresso, delle emissioni prodotte e dei flussi di rifiuti in uscita associati al ciclo di vita di uno specifico bene o servizio.

Pagina 4

L'analisi del ciclo di vita, così come previsto dalla metodologia PEF, si è articolata nelle seguenti quattro fasi:

- a) definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione;
- b) analisi del profilo di utilizzo delle risorse ed emissioni: inventario dei dati in ingresso e in uscita relativi alle diverse fasi del ciclo di vita del prodotto;
- c) la fase di valutazione dell'impatto del ciclo di vita: i risultati dell'inventario sono stati espressi utilizzando gli indicatori previsti dalle linee guida PEF;
- d) la fase di interpretazione: i risultati sono riepilogati e discussi, in conformità con la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione, come base per conclusioni, raccomandazioni e decisioni.

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati e la definizione degli indicatori ambientali è SimaPro 8.0.

## 2. OBIETTIVI DELLO STUDIO E CAMPO DI APPLICAZIONE

L'obiettivo dello studio è quello di definire il profilo ambientale del prodotto medio caratterizzante del Distretto del legno Alta Lombardia, da utilizzare a fini di comunicazione ambientale di Distretto.

Come già accennato precedentemente il prodotto selezionato è il tetto ad alto risparmio energetico, data la rappresentatività del prodotto all'interno del distretto; in particolare permette di analizzare il ciclo di vita completo del prodotto, dalla culla alla tomba, partendo da un prodotto semi-lavorato comune a tutte le aziende del distretto, il segato.

### 2.1. Unità di analisi e flusso di riferimento

#### **Prodotto rappresentativo: Tetto ad alto risparmio energetico**

**Funzione fornita:** Tetto per un edificio a scopo civile ad alto risparmio energetico

**Portata della funzione:** 200 mq di tetto in legno massiccio

**Livello di qualità previsto:** travi in legno massiccio di sezioni e lunghezza variabile per tetti con specifiche caratteristiche fisico-meccaniche (abbattimento acustico: 46 DB; prestazione termica: 0,22 W/mq K; sfasamento: 14h).

**Vita del prodotto:** Il tetto è progettato e costruito in maniera da durare per più di 100 anni senza nessun intervento di manutenzione. Sono stati riportati inoltre i dati di prestazione per due altri scenari diversi di fine vita: durata inferiore ai 100 anni e durata 50% maggiore 100 anni e 50% inferiore ai 100 anni.

**Codice NACE: 16.23 Manufacture of other builders' carpentry and joinery**

**Flusso di riferimento:**

Pagina 5

Categoria	Materiale	Quantità (kg)
Tetto di 200 m <sup>2</sup>	Fermategola 5x5	3,72
	Ventilazione 6x8	3,46
	perline gronda cm 2	9,72
	travetto in gronda 10x16	29,25
	travetto interno	3,72
	perline (interne) cm 2	3,46
	fibra di legno	9,72
	fibra idrorepellente	672,00
	freno vapore	59,00
	telo impermeabile	59,00
	viteria	100,00

Per la definizione dei flussi dei diversi materiali utilizzati come packaging delle materie prime (non del prodotto finito) è stata realizzata una media pesata considerando i quantitativi complessivi di imballaggi utilizzati per tipologia di prodotto finito.

## 2.2. Definizione dei confini di sistema

I confini del sistema sono stati definiti utilizzando un sistema completo, ovvero un sistema dalla culla alla tomba. In particolare, lo studio LCA è stato applicato alle seguenti fasi:

- Gestione e taglio del bosco;
- Produzione delle materie prime ausiliari (lubrificanti, vernici, ecc.) e il packaging (utilizzato per il trasporto sia delle materie prime che degli ausiliari);
- Attività di segheria, cioè la trasformazione della materie prima (tronco di legno) in semilavorati di legno massiccio, dal deposito dei tronchi ai trattamenti meccanici del materiale legnoso per la produzione del segato; all'interno dell'attività di segheria sono considerati anche gli input e output di tutte le attività a supporto (aspirazione segatura/polveri, impianto abbattimento, macinatura cippato, officina a servizio delle macchine utensili per la lavorazione del legno, ecc.);
- Attività di carpenteria, cioè il trattamento dei segati (essiccazione e impregnatura) e la loro lavorazione meccanica funzionale alla realizzazione del prodotto finale tetto;

- Costruzione del tetto; la fase comprende: il trasporto dei semilavorati in legno massiccio, degli altri componenti e ausiliari funzionali alla realizzazione del tetto (inclusi i propri imballaggi) dalla carpenteria al cantiere edile;
- Demolizione del tetto alla fine della sua vita utile;
- Fine vita, cioè l'avvio a smaltimento ed eventuale recupero dei materiali che costituiscono il tetto.

Per ciascuna fase (unità di processo) sono stati valutati i seguenti flussi in entrata o in uscita dal sistema:

- Consumi di energia (elettrica, combustibile, ecc.)
- Consumi di acqua
- Consumi di prodotti chimici e materie prime ausiliari
- Consumi di packaging
- Produzione di rifiuti
- Emissioni in aria e acqua
- Occupazione di suolo

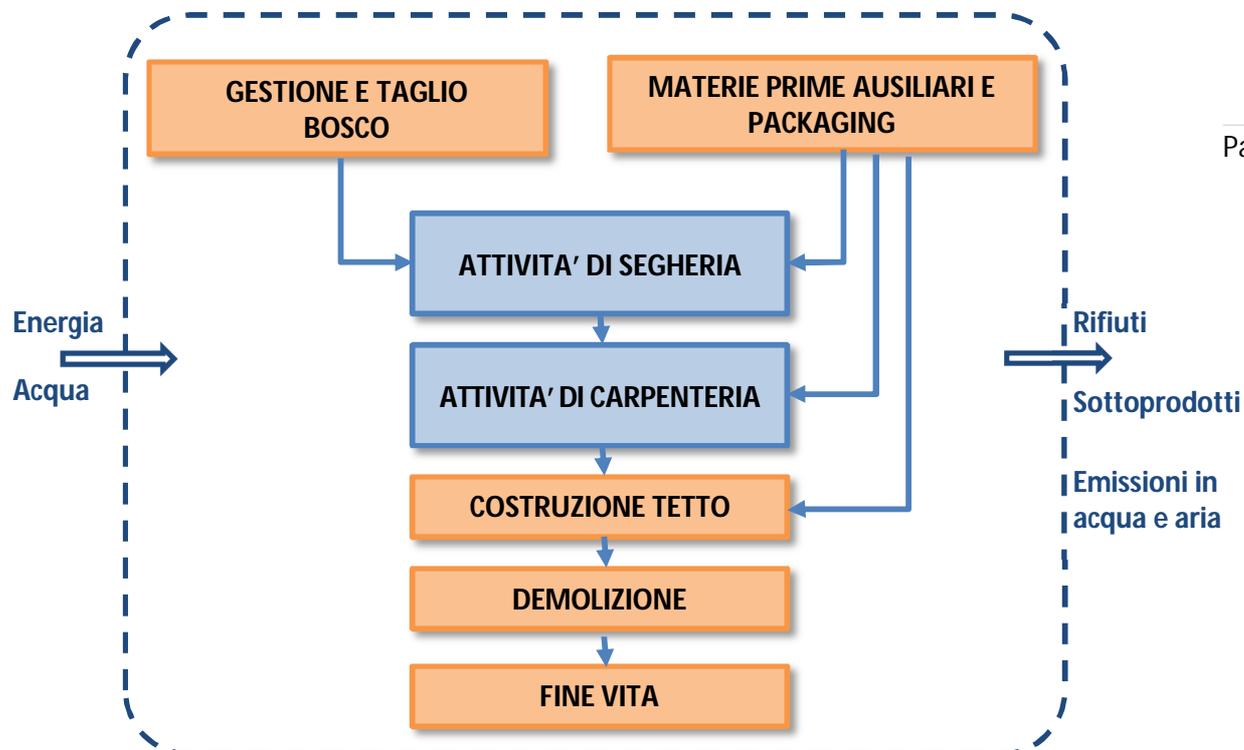
Nel sistema analizzato si possono classificare come processi di *foreground*<sup>1</sup> quelli relativi alle attività di segheria e di carpenteria. Sono invece classificabili come processi di *background*<sup>2</sup> tutte le altre fasi di prodotto per le quali non è stato possibile reperire dati specifici, fra queste possiamo elencare la gestione e taglio del bosco, la produzione delle materie prime e materie prime ausiliari, la fase di costruzione del tetto, la demolizione dello stesso e il fine vita. Nell'analisi non è stata considerata la fase di uso e mantenimento del tetto.

Nella figura successiva sono riportate tutte le fasi incluse nei **confini del sistema**, in particolare sono riportate in azzurro le fasi di *foreground*, mentre i processi di *background* sono evidenziati in arancione.

<sup>1</sup> Processi di primo piano, centrali nel ciclo di vita del prodotto, per i quali è disponibile l'accesso diretto alle informazioni.

<sup>2</sup> Processi di secondo piano nel ciclo di vita del prodotto, per i quali non è possibile l'accesso diretto alle informazioni.

Figura 1: confini del sistema



Pagina 7

Legenda:

Background processes

Foreground processes

In particolare le fasi considerate includono:

### 1) Gestione e taglio del bosco

Tutto il legname lavorato dalle segherie arriva da boschi, non solo della Valtellina (circa il 13,4%), ma anche, in gran parte, da altre parti di Italia (8,2%) o dall'estero, principalmente Svizzera (circa il 77,5%), Austria (0,7%) e Slovacchia (0,2%); vengono trasportati, normalmente, su gomma in camion di grandi dimensioni. La tipologia di legno usata principalmente nel distretto è l'abete (circa l'85%), ma si lavora anche il larice (8,5%), il pino (5,8%) e altri in piccole quantità (principalmente faggio, rovere e cirmolo). Per l'abbattimento degli alberi viene scelto normalmente l'inverno, periodo in cui la circolazione dei succhi nutritivi è minima e quindi minori sono le possibilità di alterazione della massa legnosa. Una volta che i tronchi vengono abbattuti, sono privati dai rami e, a volte, dalla corteccia per permettere di ridurli ad assi, pezzi di forma circolare o tronchi più piccoli, tramite l'ausilio di motoseghe.

Il trasporto dei tronchi all'esterno del bosco (nel caso in studio in area di montagna) avviene generalmente tramite teleferiche (simili alle funivie) o per mezzo di autocarri. Sempre con autocarri (o tramite ferrovia) avviene il trasporto dalle aree di deposito dei tronchi abbattuti alle segherie.

## 2) Produzione di materie prime ausiliari e packaging

Pagina 8

All'interno di questa sotto attività sono state considerate le materie prime ausiliari, diverse dal legno, e il packaging utilizzato nelle tre fasi principali: segheria, carpenteria e costruzione del tetto. Il contributo all'impatto del ciclo di vita degli ausiliari e dei materiali di imballaggio è stato inserito all'interno di ciascuna fase (taglio bosco, segheria, carpenteria).

## 3) Attività di segheria

In questa fase sono incluse tutte le attività di trasformazione delle materie prime (tronchi) in prodotti semilavorati in legno ridotti a forme commerciali, cioè in parallelepipedi che secondo le dimensioni prendono il nome di tavole, panconi, listelli, ecc. La fase di segheria, quindi, include tutte le attività dal deposito dei tronchi ai primi trattamenti del materiale legnoso per la produzione del segato. Di solito all'interno delle aziende del distretto si distinguono le seguenti attività:

### - **Deposito tronchi:**

Una volta la materia prima arriva alla segheria, viene normalmente accatastata nei piazzali esterni e distinta per tipologia e provenienza. Questa suddivisione del legname permette di mantenere separato il legname in base alle sue caratteristiche e alla sua potenziale destinazione. Per la movimentazione dei tronchi vengono usati mezzi di proprietà di medie dimensioni.

### - **Attività meccaniche di scortecciatura e taglio:**

Prima di essere segato, il tronco normalmente viene avviato ad un impianto di misurazione e scortecciatura dove, in un'unica fase, viene separato dalla corteccia, selezionato per qualità e misurato elettronicamente. Questi macchinari permettono di suddividere i tronchi per caratteristiche omogenee. Di seguito vengono svolte tutte le attività di taglio all'interno della segheria con macchinari specializzati:

- o **Taglio tronchi:** in base alle commesse in carico e alle giacenze in magazzino viene programmata la segazione. In questa fase vengono, quindi, prelevati i tronchi più idonei e avviati al taglio con la *segatronchi*, la macchina che ha la funzione di segare la materia prima per ottenerne tavole di vari spessori.
- o **Refendino:** si tratta di un macchinario che permette di tenere la tavola dritta quando passa sotto la sega a nastro.
- o **Refilatrice:** tutto il materiale che presenta una qualità idonea è sottoposto a refilatura parallela e quindi viene sezionato in sottomultipli o prismati.
- o **Taglio multilame:** le tavole di diverso spessore sono tagliate in sezioni più piccole destinate a utilizzi diversi.

- o **Accatastatore:** viene utilizzato per la sistemazione dei pezzi di segato. Gli elementi vengono versati in una tramoggia di raccolta che grazie a un sistema di separazione materiale vibrante vengono indirizzati in un modulo di raccolta; successivamente, una volta raggiunto il pieno carico il modulo avanza con i pacchi impilati.

- **Magazzino semilavorati:**

Completate le lavorazioni il prodotto viene conservato nei magazzini fino alla spedizione al luogo dove vengono svolte le attività di carpenteria.

Pagina 9

Come materiali in uscita della fase di segheria non c'è solo il prodotto semilavorato (segato) ma anche gli scarti di lavorazione, che possono essere **segatura** o **cippato**, scarti legnosi che vengono ridotti attraverso un macchinario in pezzi più piccoli (chips) e che vengono impiegati in impianti per produrre energia elettrica o calore (teleriscaldamento a biomassa vergine). Gli scarti legnosi possono essere utilizzati, in parte, internamente, e la gran parte venduti all'esterno.

#### 4) Attività di carpenteria

In questa fase sono eseguite le operazioni di preparazione delle parti costituenti il tetto a partire dal segato, che sono, principalmente l'essiccazione, le lavorazioni meccaniche (quali taglio e piallatura) e l'impregnatura.

- **Essiccazione:**

La stagionatura naturale è la più efficace e consiste nell'accatastare le tavole in un luogo asciutto e coperto, in modo che l'aria circoli fra i vari pezzi, permettendo la lenta e spontanea evaporazione dell'acqua. Questo processo richiede diversi mesi, ma evita inconvenienti e deformazioni, dovute al ritiro del legno provocato da una perdita d'acqua troppo rapida. Spesso, però, l'asciugatura del legname viene eseguita, per praticità, in appositi forni.

- **Lavorazioni meccaniche:**

In questa fase il legno viene sottoposto a diverse lavorazioni meccaniche con lo scopo di dare al legno la forma necessaria per il tetto; in particolare possono esserci diverse tipologie di taglio di precisione e trattamenti superficiali quali piallatura, sagomatura, spazzolatura o rusticatura.

- **Impregnatura:**

Una volta lavorato, il materiale ligneo viene sottoposto ad un trattamento con impregnanti che fornisce una protezione dagli agenti atmosferici (raggi ultravioletta, pioggia) e dai tarli. La lavorazione viene eseguita, normalmente, mediante l'impregnatrice che stende uniformemente il prodotto. In questa fase avviene anche, eventualmente, la colorazione e la verniciatura.

### 5) Costruzione del tetto

All'interno di questa fase si considera sia il trasporto in cantiere dei semilavorati in legno e delle altre componenti del tetto (con i propri imballaggi), che l'attività di posa in opera. Per la costruzione del tetto sono stati considerati principalmente dei consumi energetici.

Pagina 10

### 6) Demolizione

In questa fase è stata considerata la demolizione della copertura in legno con mezzi meccanici.

### 7) Fine vita

In questa fase sono stati considerati tre diversi scenari per la vita del tetto:

- I. Durata maggiore di 100 anni (scenario principale)
- II. 50% maggiore di 100 anni e 50% minore di 100 anni
- III. Durata minore di 100 anni

In tutti i casi è stato considerato il trasporto del rifiuto alla sua destinazione e la stima del fine vita del prodotto legnoso secondo le statistiche ISPRA 2014 per l'Italia (30% incenerimento, 32,3% discarica e 37,7% recupero).

Di seguito alcune considerazioni fatte per tutte le aziende del distretto:

- **Principio di allocazione utilizzato:** Economica, in base al costo del prodotto.
- **Scenario ipotizzato di fase d'uso:** Non è stata considerata la fase d'uso, e quindi anche di mantenimento del tetto.

### 2.3. Rappresentatività, adeguatezza e fonti dei dati

Nel progetto sono state coinvolte 9 segherie della Valtellina che rappresentano il 53% del totale del distretto del legno Alta Lombardia (come numero), il 53% come fatturato, il 57% come addetti ed il 60% come legno lavorato (dati riferiti al 2014). All'interno delle 9 segherie, 3 di queste, oltre l'attività di segheria classica e la produzione di segati, producono semilavorati di carpenteria, quali tetti, arredo urbano, ecc.

Per la raccolta dati presso le segherie è stata elaborata una check-list uguale per tutte le aziende, dove sono state considerate tutte le attività, input e output possibili, sia per le fasi di segheria che di carpenteria. Tutti i dati raccolti sono stati forniti direttamente dalle nove aziende del distretto, a seguito di un sopralluogo mirato.

La raccolta dati è iniziata ad aprile 2015 e si è conclusa nel mese di giugno 2015; questo ha permesso di ottenere dati riferiti per tutti al 2014 e nella maggioranza delle segherie al triennio 2012-14.

Per la fase di carpenteria, oltre all'elaborazione delle check-list, si è ricorsi all'analisi puntuale delle fasi di trattamento (essiccazione ed impregnatura) e di lavorazione meccanica (centro di taglio) effettuata nelle singole aziende, integrando alcuni dati con il database Ecoinvent (versione 3.1).

## 2.4. Selezione delle categorie di impatto e dei metodi di calcolo

Pagina 11

Per *categoria di impatto* si definisce la classe che rappresenta i problemi ambientali di interesse ai quali possono essere assegnati i risultati dell'analisi dell'inventario del ciclo di vita. Si definisce invece *l'indicatore della categoria di impatto* la rappresentazione quantificabile di una categoria di impatto. Nel presente studio si è scelto di considerare gli impatti ambientali del prodotto rispetto a tutte le categorie d'impatto indicate dalla metodologia PEF e aggiungere, per la rilevanza nel settore del legno, l'indicatore relativo al cambiamento climatico (GWP 100) che tiene conto, oltre alle emissioni di CO<sub>2</sub> fossile, anche della CO<sub>2</sub> biogenica fissata dall'albero in fase di crescita e contenuta nel prodotto segato prima e tetto poi. Nel caso che il prodotto analizzato duri più di 100 anni tale CO<sub>2</sub> si considera stoccata in maniera definitiva nel prodotto stesso.

**Tabella 1. Breve descrizione delle categorie di impatto considerate nello studio.**

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione
<b>Cambiamenti climatici (GWP 100)</b>	kg CO <sub>2</sub> eq	Capacità di un gas a effetto serra di influenzare i cambiamenti della temperatura media globale dell'aria a livello del suolo e alle successive variazioni di diversi parametri climatici e dei loro effetti (espresso in unità di CO <sub>2</sub> -equivalenti e in uno specifico arco temporale: 100 anni).
<b>Cambiamenti climatici (IPCC GWP 100) con fissaggio di CO<sub>2</sub> biogenica</b>	kg CO <sub>2</sub> eq	<i>Potenziale di riscaldamento globale considerando la CO<sub>2</sub> emessa in atmosfera da origine biogenica.</i>
<b>Riduzione dello strato di ozono</b>	kg CFC-11 eq	Degradazione dell'ozono stratosferico dovuta alle emissioni di sostanze lesive dell'ozono, quali gas contenenti cloro e bromo di lunga durata (per esempio CFC, HCFC, halon).
<b>Ecotossicità - ambiente acquatico acqua dolce</b>	CTUe (unità tossica comparativa per gli ecosistemi)	Impatti tossici su un ecosistema, che danneggiano le singole specie e modificano la struttura e la funzione dell'ecosistema.
<b>Tossicità per gli esseri umani - effetti cancerogeni</b>	CTUh (unità tossica comparativa per gli esseri umani)	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze cancerogene.
<b>Tossicità per gli esseri umani - effetti non cancerogeni</b>	CTUh (unità tossica comparativa per gli esseri umani)	Effetti negativi sulla salute degli esseri umani causati dall'assunzione di sostanze tossiche per inalazione di aria, ingestione di cibo/acqua, penetrazione cutanea, nella misura in cui si tratta di sostanze non cancerogene non causate da particolato/smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche o da radiazioni ionizzanti.
<b>Particolato/smog</b>	kg PM2.5 eq	Effetti avversi sulla salute umana causati dalle emissioni di

Categorie di impatto	Indicatore	Descrizione
provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche		particolato (PM) e dai suoi precursori (NO x , SO x , NH 3 ).
Radiazione ionizzante – effetti sulla salute umana	kg U <sup>235</sup> eq	Effetti negativi sulla salute umana causati da emissioni radioattive.
Formazione di ozono fotochimico	kg NMVOC eq	Formazione di ozono al livello del suolo della troposfera causata da ossidazione fotochimica di composti organici volatili (VOC) e monossido di carbonio (CO) in presenza di ossidi di azoto (NOx) e luce solare. Alte concentrazioni di ozono troposferico a livello del suolo sono dannose per la vegetazione, le vie respiratorie dell'uomo e i materiali artificiali attraverso la reazione con materiali organici.
Acidificazione	molc H+ eq	Ripercussioni delle sostanze acidificanti sull'ambiente. Le emissioni di NOx, NH3 e SOx comportano il rilascio di ioni idrogeno quando i gas sono mineralizzati. I protoni favoriscono l'acidificazione dei suoli e delle acque, se rilasciati in superfici dove la capacità tampone è bassa, con conseguente deterioramento delle foreste e acidificazione dei laghi.
Eutrofizzazione – terrestre	mol N eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di vegetazione. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso.
Eutrofizzazione – acquatica	kg P eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica.
Eutrofizzazione – marina	kg N eq	I nutrienti (principalmente azoto e fosforo) di scarichi fognari e terreni agricoli fertilizzati accelerano la crescita di alghe e altra vegetazione nelle acque. Il deterioramento di materiale organico consuma ossigeno provocando così carenza dello stesso e, in alcuni casi, moria ittica.
Impoverimento delle risorse – acqua	m3 acqua eq	Uso di m3 di acqua connesso alla scarsità locale di acqua
Impoverimento delle risorse – minerali, fossili	kg Sb eq	kg di antimonio (Sb) equivalente
Trasformazione del terreno	kg C deficit	Utilizzo e trasformazione del territorio con attività quali agricoltura, costruzione di strade, case, miniere, ecc. L'occupazione del suolo considera gli effetti della destinazione del suolo, la superficie del territorio interessato e la durata della sua occupazione (variazioni della qualità moltiplicate per superficie e durata). La trasformazione del suolo considera l'entità delle variazioni delle proprietà del suolo e la superficie interessata (variazioni della qualità moltiplicate per la superficie).

### 3. PROFILO DI UTILIZZO DELLE RISORSE E DI EMISSIONI

*Tabella 2. Dati di inventario per la produzione di 1 m<sup>3</sup> di segato*

INPUT			Attività	
Trasporto tronchi alla segheria	242	km	trasporto tronchi	
Tronchi	4,07	m <sup>3</sup>	segheria	
Olio lubrificante	0,10	kg		
Gasolio per lubrificazione lamine	0,17	kg		
Gasolio per movimentazione interna	9,41	kg		
Trasporto olio e gasolio	10	km		
Acqua	31,91	kg		
Reggetta	0,50	kg		
Trasporto reggetta	20	km		
Energia elettrica da rete	94,34	kWh		
Energia elettrica da fotovoltaico	16,19	kWh		
OUTPUT				
Segato carpenteria	1,00	m <sup>3</sup>		
Segato imballaggio	1,83	m <sup>3</sup>		
Biomassa	5,76	m <sup>3</sup>		
Emissioni in atmosfera (particolato)	0,038	kg		
Scarichi idrici	0,032	m <sup>3</sup>		
Rifiuti	0,014	kg		

Pagina 13

*Tabella 3. Dati di inventario per la produzione di 1 m<sup>3</sup> di segato trattato*

INPUT			carpenteria
segato	1,21	m <sup>3</sup>	
cippato per asciugatura (forno)	116,5	kg	
energia elettrica per asciugatura	42,26	kWh	
energia elettrica per lavorazioni meccaniche	10,8	kWh	
energia elettrica verniciatura con impregnanti	0,016	kWh	
impregnante a solventi organici	11,36	kg	
impregnante a base d'acqua	11,36	kg	
OUTPUT			
segato trattato	1	m <sup>3</sup>	
emissioni in atmosfera da asciugatura (combustione cippato)	1,18	kg	
rifiuti da asciugatura	1,01	kg	
Perdita d'acqua	0,00	kg	
Scarti da lavorazioni meccaniche	0,05	m <sup>3</sup>	

emissioni in atmosfera da verniciatura con impregnanti	27,03	kg	
emissioni in acqua	0,03	kg	
scarichi idrici	0,009	m3	
rifiuti da verniciatura con impregnanti	0,0044	kg	

**Tabella 4. Dati di inventario per la costruzione di 200 m<sup>2</sup> di tetto**

INPUT			costruzione tetto
Fermategola 5x5	745	kg	
Ventilazione 6x8	692	kg	
perline gronda cm 2	1.944	kg	
travetto in gronda 10x16	5.850	kg	
fibra di legno	4.032	kg	
fibra idrorepellente	672	kg	
freno vapore	59	kg	
telo impermeabile	59	kg	
viteria	100	kg	
energia elettrica costruzione	168	kWh	
Film plastico LDPE (imballaggio componenti tetto)	680	g	
Film plastico, HDPE (imballaggio componenti tetto)	170	g	
Reggetta (imballaggio componenti tetto)	700	g	
Pallet (imballaggio componenti tetto)	132	kg	
trasporto al cantiere	150	km	
OUTPUT			
Tetto da 200 m <sup>2</sup>	1 14.153	n. kg	
Rifiuti da imballaggio componenti tetto	133,55	kg	

**Tabella 5. Dati di inventario per la demolizione di 200 m<sup>2</sup> di tetto**

INPUT			Demolizione tetto
tetto da 200 m <sup>2</sup>	1 14.153	n. kg	
energia elettrica	168	kWh	
movimentazione interna	20	km	
OUTPUT			
rifiuti	14.153	kg	

#### 4. RISULTATI DELLE VALUTAZIONI DI IMPATTO DELL'IMPRONTA AMBIENTALE

Di seguito vengono presentati i risultati delle valutazioni di impatto dell'impronta ambientale suddivisi per categoria d'impatto e per fase del processo considerato. Per la definizione delle fasi sono state usate come riferimento le norme EN 15804:2013<sup>3</sup> e l'UNI EN 16485:2014<sup>4</sup> (tra parentesi la nomenclatura delle fasi definite dalla norma):

Pagina 15

- Gestione e taglio bosco (A1)
- Trasporto tronchi (A2)
- Trasporto materiali ausiliari (A2)
- Materiali ausiliari segheria (A1)
- Segheria (A3)
- Materiali ausiliari carpenteria (A1)
- Carpenteria (A3)
- Trasporto a cantiere (A4)
- Costruzione tetto (A5)
- Demolizione (C1)
- Trasporto a fine vita (C2)
- Fine vita (C3-C4)

Ricordiamo che i risultati non si riferiscono ad un prodotto di una singola azienda, ma sono rappresentativi dell'intero Consorzio del Legno Alta Lombardia. Come segnalato in precedenza, sono stati analizzati tre scenari diversi di fine vita:

- I. Durata maggiore di 100 anni
- II. 50% maggiore di 100 anni e 50% minore di 100 anni
- III. Durata minore di 100 anni

Per tutti e tre gli scenari vengono presentati i risultati specifici dell'analisi degli impatti (vedi tabelle) e il contributo percentuale delle diverse fasi per ogni categoria di impatto analizzata (vedi grafici).

<sup>3</sup> EN 15804:2012+A1:2013. Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products. Brussels: European Committee for Standardization.

<sup>4</sup> UNI EN 16485:2014: Round and sawn timber — Environmental Product Declarations — Product category rules for wood and wood-based products for use in construction. Brussels: European Committee for Standardization.

Tabella 6. Risultati dell'analisi degli impatti per lo scenario che prevede una durata del tetto maggiore di 100 anni

Categoria d'impatto	Unità	Totale	FASE DI PRODUZIONE							FASE COSTRUZIONE		FINE DI VITA		
			GESTIONE E TAGLIO BOSCO	SEGHERIA				CARPENTERIA		Trasporto a cantiere	Costruzion e tetto	Demolizion e	Trasporto a fine vita	Fine vita
				A1	A2	A2	A1	A3	A1					
Climate change	kg CO2 eq	<b>4,03E+03</b>	3,97E+02	4,39E+02	4,26E-01	2,67E+02	4,44E+02	1,30E+03	7,00E+02	3,77E+02	1,07E+02	0	0	0
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	<b>6,14E-04</b>	6,93E-05	8,06E-05	7,86E-08	5,15E-05	6,20E-05	1,88E-04	7,84E-05	6,98E-05	1,40E-05	0	0	0
Human toxicity, cancer effects	CTUh	<b>3,90E-04</b>	2,60E-06	6,97E-07	7,34E-10	3,05E-07	6,23E-06	3,63E-04	1,51E-05	4,90E-07	1,32E-06	0	0	0
Human toxicity, non-cancer	CTUh	<b>1,56E-03</b>	-9,43E-07	8,17E-05	3,38E-08	4,20E-06	2,88E-05	3,73E-04	1,03E-03	2,88E-05	8,84E-06	0	0	0
Particulate matter	kg PM2.5 eq	<b>1,20E+01</b>	1,83E-01	1,96E-01	1,57E-04	3,48E-01	1,52E-01	8,51E-01	1,01E+01	1,02E-01	3,51E-02	0	0	0
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	<b>5,15E+02</b>	3,32E+01	3,06E+01	2,99E-02	1,89E+01	7,75E+01	1,02E+02	2,09E+02	2,65E+01	1,76E+01	0	0	0
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	<b>7,20E+01</b>	8,15E+00	1,99E+00	2,04E-03	3,74E+00	9,66E-01	6,27E+00	4,89E+01	1,73E+00	2,35E-01	0	0	0
Acidification	molc H+ eq	<b>2,68E+01</b>	2,17E+00	1,93E+00	1,90E-03	2,87E+00	2,21E+00	8,41E+00	6,97E+00	1,67E+00	5,13E-01	0	0	0
Terrestrial eutrophication	molc N eq	<b>8,83E+01</b>	8,01E+00	7,65E+00	7,50E-03	1,38E+01	3,15E+00	1,86E+01	2,97E+01	6,65E+00	7,71E-01	0	0	0
Freshwater eutrophication	kg P eq	<b>5,14E-01</b>	2,03E-02	4,74E-03	4,73E-06	2,65E-03	6,66E-02	2,15E-01	1,86E-01	4,10E-03	1,50E-02	0	0	0
Marine eutrophication	kg N eq	<b>3,16E+01</b>	1,08E+01	7,38E-01	7,20E-04	1,27E+00	3,13E+00	7,72E+00	6,60E+00	6,40E-01	7,39E-01	0	0	0
Freshwater ecotoxicity	CTUe	<b>6,57E+04</b>	6,01E+02	1,70E+03	6,25E-01	5,33E+01	6,74E+02	1,07E+04	5,12E+04	5,41E+02	2,25E+02	0	0	0
Land use	kg C deficit	<b>1,32E+05</b>	1,20E+05	3,69E+00	3,66E-03	1,83E+00	5,17E+02	4,78E+03	6,61E+03	3,20E+00	1,95E+01	0	0	0
Water resource depletion	m3 water eq	<b>1,11E+01</b>	1,16E+00	8,13E-02	7,96E-05	4,18E-02	1,55E+00	6,25E+00	1,61E+00	7,04E-02	3,44E-01	0	0	0
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	<b>2,12E-02</b>	3,39E-03	8,79E-05	9,05E-08	4,90E-05	6,78E-04	1,46E-02	2,23E-03	7,61E-05	1,06E-04	0	0	0
IPCC GWP 100a con CO2bio	kg CO2 eq	<b>-2,14E+04</b>	-2,48E+04	4,39E+02	4,26E-01	2,67E+02	4,43E+02	-1,34E+03	3,04E+03	3,77E+02	1,14E+02	0	0	0

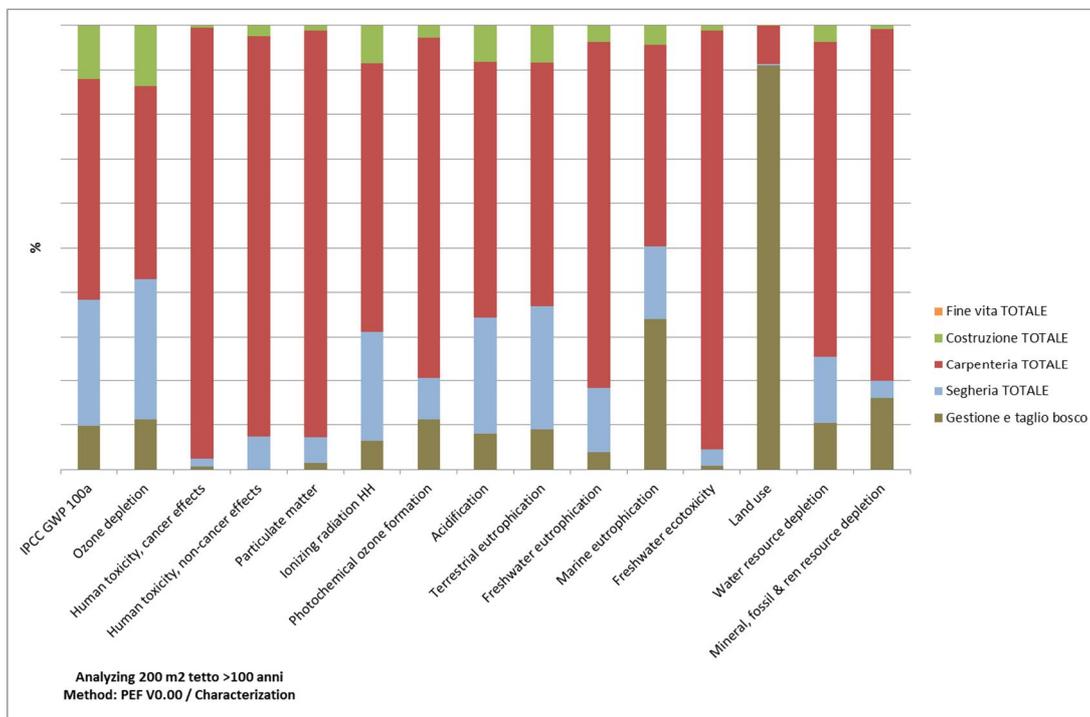
**Tabella 7. Risultati dell'analisi degli impatti per lo scenario che prevede una durata del tetto 50% maggiore di 100 anni e 50% minore di 100 anni**

Categoria d'impatto	Unità	Totale	FASE DI PRODUZIONE							FASE COSTRUZIONE		FINE DI VITA		
			GESTIONE E TAGLIO BOSCO	SEGHERIA				CARPENTERIA		Trasporto a cantiere	Costruzion e tetto	Demolizion e	Trasporto a fine vita	Fine vita
				A1	A2	A2	A1	A3	A1					
Climate change	kg CO2 eq	4,28E+03	3,97E+02	4,39E+02	4,26E-01	2,67E+02	4,44E+02	1,30E+03	7,00E+02	3,77E+02	1,07E+02	6,99E+01	1,20E-02	1,74E+02
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	6,27E-04	6,93E-05	8,06E-05	7,86E-08	5,15E-05	6,20E-05	1,88E-04	7,84E-05	6,98E-05	1,40E-05	1,07E-05	2,04E-09	2,94E-06
Human toxicity, cancer effects	CTUh	3,95E-04	2,60E-06	6,97E-07	7,34E-10	3,05E-07	6,23E-06	3,63E-04	1,51E-05	4,90E-07	1,32E-06	7,37E-07	7,67E-12	4,41E-06
Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,69E-03	-9,43E-07	8,17E-05	3,38E-08	4,20E-06	2,88E-05	3,73E-04	1,03E-03	2,88E-05	8,84E-06	7,76E-06	6,00E-10	1,30E-04
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,21E+01	1,83E-01	1,96E-01	1,57E-04	3,48E-01	1,52E-01	8,51E-01	1,01E+01	1,02E-01	3,51E-02	2,75E-02	2,22E-05	7,53E-02
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	5,29E+02	3,32E+01	3,06E+01	2,99E-02	1,89E+01	7,75E+01	1,02E+02	2,09E+02	2,65E+01	1,76E+01	1,02E+01	7,64E-04	3,79E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	7,35E+01	8,15E+00	1,99E+00	2,04E-03	3,74E+00	9,66E-01	6,27E+00	4,89E+01	1,73E+00	2,35E-01	2,05E-01	1,20E-04	1,21E+00
Acidification	molc H+ eq	2,79E+01	2,17E+00	1,93E+00	1,90E-03	2,87E+00	2,21E+00	8,41E+00	6,97E+00	1,67E+00	5,13E-01	3,42E-01	7,28E-05	8,46E-01
Terrestrial eutrophication	molc N eq	9,35E+01	8,01E+00	7,65E+00	7,50E-03	1,38E+01	3,15E+00	1,86E+01	2,97E+01	6,65E+00	7,71E-01	7,26E-01	3,41E-04	4,43E+00
Freshwater eutrophication	kg P eq	5,35E-01	2,03E-02	4,74E-03	4,73E-06	2,65E-03	6,66E-02	2,15E-01	1,86E-01	4,10E-03	1,50E-02	7,74E-03	4,29E-08	1,37E-02
Marine eutrophication	kg N eq	3,33E+01	1,08E+01	7,38E-01	7,20E-04	1,27E+00	3,13E+00	7,72E+00	6,60E+00	6,40E-01	7,39E-01	3,90E-01	3,14E-05	1,29E+00
Freshwater ecotoxicity	CTUe	6,86E+04	6,01E+02	1,70E+03	6,25E-01	5,33E+01	6,74E+02	1,07E+04	5,12E+04	5,41E+02	2,25E+02	1,72E+02	2,08E-03	2,74E+03
Land use	kg C deficit	1,32E+05	1,20E+05	3,69E+00	3,66E-03	1,83E+00	5,17E+02	4,78E+03	6,61E+03	3,20E+00	1,95E+01	1,03E+01	4,68E-05	5,54E+01
Water resource depletion	m3 water eq	1,15E+01	1,16E+00	8,13E-02	7,96E-05	4,18E-02	1,55E+00	6,25E+00	1,61E+00	7,04E-02	3,44E-01	1,76E-01	2,49E-07	1,67E-01
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,14E-02	3,39E-03	8,79E-05	9,05E-08	4,90E-05	6,78E-04	1,46E-02	2,23E-03	7,61E-05	1,06E-04	8,08E-05	1,92E-09	9,77E-05
IPCC GWP 100a con CO2bio	kg CO2 eq	-1,68E+04	-2,48E+04	4,39E+02	4,26E-01	2,67E+02	4,43E+02	-1,34E+03	3,04E+03	3,77E+02	1,14E+02	6,97E+01	1,20E-02	4,52E+03

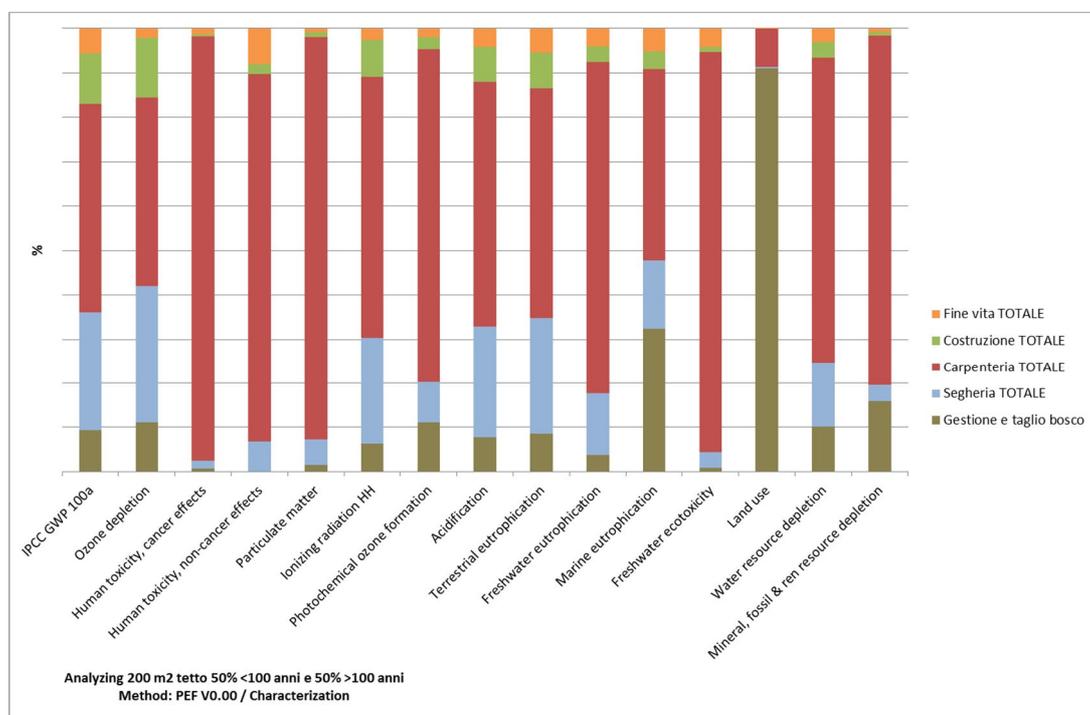
**Tabella 8. Risultati dell'analisi degli impatti per lo scenario che prevede una durata del tetto minore di 100 anni**

Categoria d'impatto	Unità	Totale	FASE DI PRODUZIONE							FASE COSTRUZIONE		FINE DI VITA		
			GESTIONE E TAGLIO BOSCO	SEGHERIA				CARPENTERIA		Trasporto a cantiere	Costruzion e tetto	Demolizion e	Trasporto a fine vita	Fine vita
				Trasporto tronchi	Trasporto mat. ausil.	Mat. ausil. segheria	Segheria	Mat. ausil. carpenteria	Carpenteria					
A1	A2	A2	A1	A3	A1	A3	A4	A5	C1	C2	C3-C4			
Climate change	kg CO2 eq	4,52E+03	3,97E+02	4,39E+02	4,26E-01	2,67E+02	4,44E+02	1,30E+03	7,00E+02	3,77E+02	1,07E+02	1,40E+02	2,39E-02	3,47E+02
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	6,41E-04	6,93E-05	8,06E-05	7,86E-08	5,15E-05	6,20E-05	1,88E-04	7,84E-05	6,98E-05	1,40E-05	2,14E-05	4,08E-09	5,87E-06
Human toxicity, cancer effects	CTUh	4,00E-04	2,60E-06	6,97E-07	7,34E-10	3,05E-07	6,23E-06	3,63E-04	1,51E-05	4,90E-07	1,32E-06	1,47E-06	1,53E-11	8,81E-06
Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,83E-03	-9,43E-07	8,17E-05	3,38E-08	4,20E-06	2,88E-05	3,73E-04	1,03E-03	2,88E-05	8,84E-06	1,55E-05	1,20E-09	2,59E-04
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,22E+01	1,83E-01	1,96E-01	1,57E-04	3,48E-01	1,52E-01	8,51E-01	1,01E+01	1,02E-01	3,51E-02	5,51E-02	4,43E-05	1,51E-01
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	5,43E+02	3,32E+01	3,06E+01	2,99E-02	1,89E+01	7,75E+01	1,02E+02	2,09E+02	2,65E+01	1,76E+01	2,04E+01	1,53E-03	7,58E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	7,49E+01	8,15E+00	1,99E+00	2,04E-03	3,74E+00	9,66E-01	6,27E+00	4,89E+01	1,73E+00	2,35E-01	4,10E-01	2,39E-04	2,42E+00
Acidification	molc H+ eq	2,91E+01	2,17E+00	1,93E+00	1,90E-03	2,87E+00	2,21E+00	8,41E+00	6,97E+00	1,67E+00	5,13E-01	6,84E-01	1,46E-04	1,69E+00
Terrestrial eutrophication	molc N eq	9,86E+01	8,01E+00	7,65E+00	7,50E-03	1,38E+01	3,15E+00	1,86E+01	2,97E+01	6,65E+00	7,71E-01	1,45E+00	6,83E-04	8,85E+00
Freshwater eutrophication	kg P eq	5,57E-01	2,03E-02	4,74E-03	4,73E-06	2,65E-03	6,66E-02	2,15E-01	1,86E-01	4,10E-03	1,50E-02	1,55E-02	8,57E-08	2,73E-02
Marine eutrophication	kg N eq	3,50E+01	1,08E+01	7,38E-01	7,20E-04	1,27E+00	3,13E+00	7,72E+00	6,60E+00	6,40E-01	7,39E-01	7,81E-01	6,28E-05	2,59E+00
Freshwater ecotoxicity	CTUe	7,15E+04	6,01E+02	1,70E+03	6,25E-01	5,33E+01	6,74E+02	1,07E+04	5,12E+04	5,41E+02	2,25E+02	3,44E+02	4,16E-03	5,49E+03
Land use	kg C deficit	1,33E+05	1,20E+05	3,69E+00	3,66E-03	1,83E+00	5,17E+02	4,78E+03	6,61E+03	3,20E+00	1,95E+01	2,05E+01	9,36E-05	1,11E+02
Water resource depletion	m3 water eq	1,18E+01	1,16E+00	8,13E-02	7,96E-05	4,18E-02	1,55E+00	6,25E+00	1,61E+00	7,04E-02	3,44E-01	3,52E-01	4,98E-07	3,33E-01
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	2,16E-02	3,39E-03	8,79E-05	9,05E-08	4,90E-05	6,78E-04	1,46E-02	2,23E-03	7,61E-05	1,06E-04	1,62E-04	3,84E-09	1,95E-04
IPCC GWP 100a con CO2bio	kg CO2 eq	-1,22E+04	-2,48E+04	4,39E+02	4,26E-01	2,67E+02	4,43E+02	-1,34E+03	3,04E+03	3,77E+02	1,14E+02	1,39E+02	2,39E-02	9,04E+03

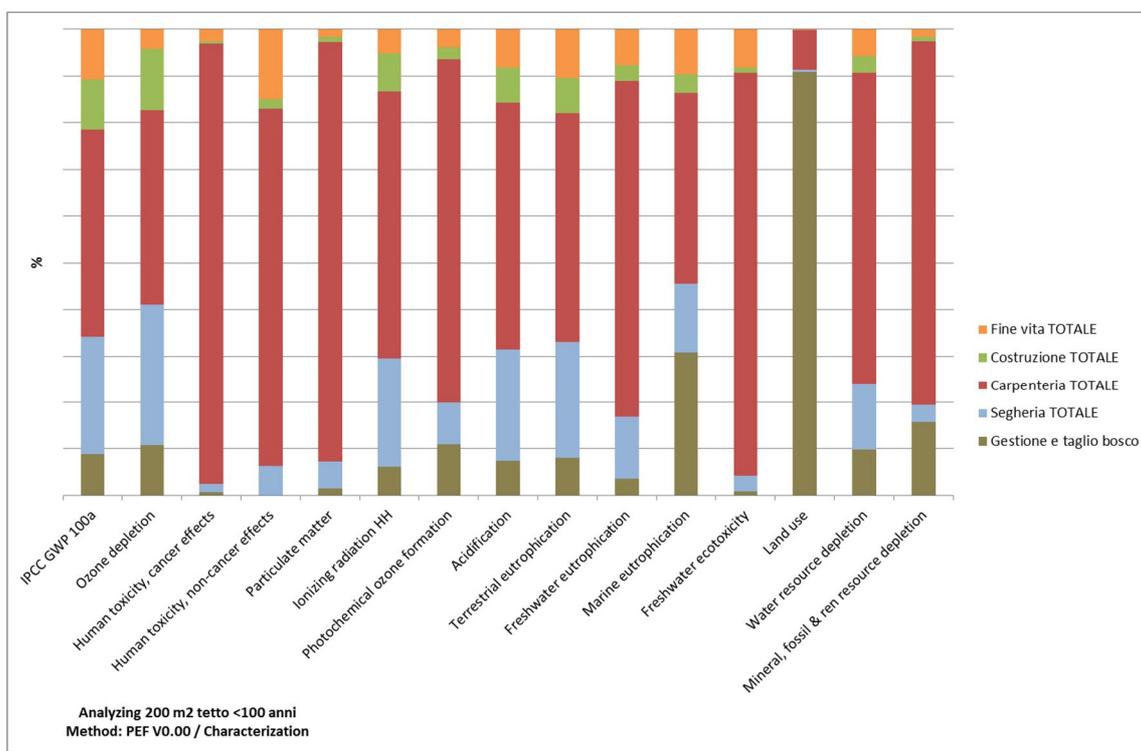
**Figura 2: Contributo percentuale delle diverse fasi per ogni categoria di impatto analizzata per il tetto con una durata maggiore di 100 anni**



**Figura 3: Contributo percentuale delle diverse fasi per ogni categoria di impatto analizzata per il tetto con una durata 50% maggiore di 100 anni e 50% minore di 100 anni**



**Figura 4: Contributo percentuale delle diverse fasi per ogni categoria di impatto analizzata per il tetto con una durata minore di 100 anni**



## 5. INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

### 5.1. Valutazione della qualità dei dati

Nell'allegato 1 del presente documento vengono definiti i punteggi da assegnare ai dati in funzione delle loro caratteristiche per ognuno dei criteri identificati dalla raccomandazione 2013/179/UE. Tale valutazione semi-quantitativa della qualità dei dati è stata applicata per ogni fase di processo e sono definite due diverse scale di giudizio, una per i dati specifici raccolti direttamente nell'ambito dello studio con la collaborazione delle aziende del distretto e una per i dati generici ricavati da database commerciali, in questo caso Ecoinvent.

VERIFICA DI QUALITÀ DEI DATI SPECIFICI											
Voce	Fase	Tipo di dato	Rapp. Temporale (TIR)	Rapp. Tecnologica (TeR)	Rapp. Geografica (RG)	Incertezza (P)	Completezza (C)	Conformità e coerenza (M)	Valore complessivo	Giudizio complessivo	Note
Consumo di combustibile	Gestione e taglio bosco	Specifico, da fattura	1	3	2	4	1	1	2,00	Buono	
Consumo di materia prima (legno)	Segheria	Specifico, da fattura	1	1	1	3	1	1	1,33	Molto buono	
Consumo di elettricità		Specifico, da bolletta	1	1	1	1	1	1	1,00	Molto buono	
Consumo di gas		Specifico, da bolletta	1	1	1	1	1	1	1,00	Molto buono	
Consumo di acqua		Specifico, da bolletta	1	1	1	1	1	1	1,00	Molto buono	
Consumo combustibile		Specifico, da fattura	1	1	1	1	1	1	1,00	Molto buono	
Consumo di materie ausiliari		Specifico, da fattura / procedura interna	1	1	1	1	2	1	1,17	Molto buono	
Emissioni in aria		Specifico, da analisi	1	1	1	3	2	1	1,50	Molto buono	
Scarichi idrici		Specifico, da analisi	1	1	1	3	1	1	1,33	Molto buono	
Rifiuti		Specifico, da MUD	1	1	1	1	1	1	1,00	Molto buono	
Trasporto su gomma		Specifico, da fattura	1	1	1	3	2	1	1,50	Molto buono	
Consumo di materia prima (segato)		Carpenteria	Specifico, da fattura / procedura interna	1	2	1	3	1	1	1,50	Molto buono
Consumo di elettricità	Specifico, da bolletta		1	2	1	1	1	1	1,17	Molto buono	
Consumo di gas	Specifico, da bolletta		1	2	1	1	1	1	1,17	Molto buono	
Consumo di acqua	Specifico, da bolletta		1	2	1	1	1	1	1,17	Molto buono	
Consumo di combustibile	Specifico, da fattura		1	2	1	1	1	1	1,17	Molto buono	
Consumo di materie ausiliari	Specifico, da fattura / procedura interna		1	2	1	3	2	1	1,67	Buono	
Consumo di packaging	Specifico, da fattura		1	2	1	3	2	1	1,67	Buono	
Emissioni in aria	Specifico, da analisi		1	1	1	3	2	1	1,50	Molto buono	
Scarichi idrici	Specifico, da analisi		1	2	1	1	2	1	1,33	Molto buono	
Rifiuti	Specifico, da MUD		1	2	1	1	1	1	1,17	Molto buono	
Trasporto su gomma	Specifico, da fattura		1	2	1	3	2	1	1,67	Buono	
Consumo materia prima	Costruzione tetto	Specifico, da progetto	2	3	2	3	1	1	2,00	Buono	
Consumo di materie ausiliari		Specifico, da fattura	2	3	2	1	1	1	1,67	Buono	

VERIFICA DI QUALITÀ DEI DATI SPECIFICI											
Voce	Fase	Tipo di dato	Rapp. Temporale (TiR)	Rapp. Tecnologica (TeR)	Rapp. Geografica (RG)	Incertezza (P)	Completezza (C)	Conformità e coerenza (M)	Valore complessivo	Giudizio complessivo	Note
Rifiuti		Specifico, da MUD	2	3	2	1	1	1	1,67	Buono	
Trasporto su gomma		Specifico, da fattura	2	3	2	3	2	1	2,17	Soddisfacente	

Applicando la formula indicata nella Raccomandazione e nel protocollo per il calcolo del tasso di qualità complessivo dei dati specifici si ottiene:

$$DQR = \text{MEDIA} \left( \frac{TeR + GR + TiR + C + P + M}{6} \right) = 1.40$$

In funzione della tabella (sotto riportata) della Raccomandazione PEF della CE i dati specifici risultano quindi essere di **qualità molto buona**.

Indice qualità	1	2	3	4	5
<b>Definizione</b>	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non è potuto essere verificata/non è nota.
<b>Livello di qualità</b>	Molto buono	Buono	Soddisfacente	Scarso	Molto scarso

VERIFICA DI QUALITÀ DEI DATI GENERICI											
Voce	Fase	Tipo di dato	Rapp. Temporale (TR)	Rapp. Tecnologica (TeR)	Rapp. Geografica (RG)	Incertezza (P)	Completezza (C)	Conformità e coerenza (M)	Valore complessivo	Giudizio complessivo	Note
Produzione del combustibile	Gestione e taglio bosco	Generico (Ecoinvent)	1	1	2	2	1	1	1,33	Molto buono	
Produzione e distribuzione di elettricità	Materie ausiliari e packaging	Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione di gas		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Distribuzione acqua		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione del combustibile		Generico (Ecoinvent)	1	1	2	2	1	1	1,33	Molto buono	
Produzione di materie ausiliari		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Combustione dei combustibili dei mezzi		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Processo di trattamento discarica		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Processo di trattamento incenerimento		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Produzione e distribuzione di elettricità		Segheria	Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono
Produzione e distribuzione di gas	Generico (Ecoinvent)		1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Distribuzione acqua	Generico (Ecoinvent)		1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione del combustibile	Generico (Ecoinvent)		1	1	2	2	1	1	1,33	Molto buono	
Produzione di materie ausiliari	Generico (Ecoinvent)		1	3	3	2	1	1	1,83	Buono	
Combustione dei combustibili dei mezzi	Generico (Ecoinvent)		1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Trattamento scarichi idrici	Generico (Ecoinvent)		1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Processo di trattamento discarica	Generico (Ecoinvent)		1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Processo di trattamento incenerimento	Generico (Ecoinvent)		1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Produzione e distribuzione di elettricità	Carpenteria	Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione di gas		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Distribuzione acqua		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione del combustibile		Generico (Ecoinvent)	1	1	2	2	1	1	1,33	Molto buono	
Produzione di materie ausiliari		Generico (Ecoinvent)	1	3	3	2	1	1	1,83	Buono	
Produzione del packaging		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	

VERIFICA DI QUALITÀ DEI DATI GENERICI											
Voce	Fase	Tipo di dato	Rapp. Temporale (TIR)	Rapp. Tecnologica (TeR)	Rapp. Geografica (RG)	Incertezza (P)	Completezza (C)	Conformità e coerenza (M)	Valore complessivo	Giudizio complessivo	Note
Combustione dei combustibili dei mezzi		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Emissioni in aria		Generico (Ecoinvent)	1	2	1	2	1	1	1,33	Molto buono	
Trattamento scarichi idrici		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Processo di trattamento discarica		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Processo di trattamento incenerimento		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Consumo di elettricità	Costruzione tetto	Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione di elettricità		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Produzione e distribuzione di gas		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Distribuzione acqua		Generico (Ecoinvent)	1	1	1	2	1	1	1,17	Molto buono	
Combustione dei combustibili dei mezzi		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Produzione di materie ausiliari		Generico (Ecoinvent)	1	3	3	2	1	1	1,83	Buono	
Processo di trattamento discarica		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Processo di trattamento incenerimento		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Consumo di elettricità	Demolizion e	Generico (Ecoinvent)	1	2	1	2	1	1	1,33	Molto buono	
Produzione e distribuzione di elettricità		Generico (Ecoinvent)	1	2	1	2	1	1	1,33	Molto buono	
Consumo di combustibile		Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Produzione e distribuzione di combustibile		Generico (Ecoinvent)	1	3	2	2	1	1	1,67	Buono	
Combustione dei combustibili dei mezzi		Generico (Ecoinvent)	1	3	2	2	1	1	1,67	Buono	
Combustione dei combustibili dei mezzi	Fine vita	Generico (Ecoinvent)	1	2	2	2	1	1	1,50	Molto buono	
Processo di trattamento discarica		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	
Processo di trattamento incenerimento		Generico (Ecoinvent)	1	2	3	2	1	1	1,67	Buono	

Applicando la formula indicata nella Raccomandazione e nel protocollo per il calcolo del tasso di qualità complessivo dei dati generici si ottiene:



$$DQR = \text{MEDIA} \left( \frac{\text{TeR} + \text{GR} + \text{TiR} + \text{C} + \text{P} + \text{M}}{6} \right) = 1.44$$

In funzione della tabella (sotto riportata) della Raccomandazione PEF della CE i **dati generici** risultano quindi essere di **qualità molto buona**.

Indice qualità	1	2	3	4	5
<b>Definizione</b>	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non è potuta essere verificata/non è nota.
<b>Livello di qualità</b>	Molto buono	Buono	Soddisfacente	Scarso	Molto scarso

## 5.2 Identificazione dei punti critici

**Tabella 9.** Contributo percentuale delle fasi alle categorie d'impatto per lo scenario intermedio (50% di durata minore di 100 anni, 50% maggiore di 100 anni)

Categoria d'impatto	Unità	FASE DI PRODUZIONE							COSTRUZIONE		FINE DI VITA		
		GESTIONE E TAGLIO BOSCO	SEGHERIA				CARPENTERIA		Trasporto a cantiere	Costruzione tetto	Demolizione	Trasporto a fine vita	Fine vita
			Trasporto tronchi	Trasporto mat. ausil.	Mat. ausil. segheria	Segheria	Mat. ausil. carpenteria	Carpenteria					
A1	A2	A2	A1	A3	A1	A3	A4	A5	C1	C2	C3-C4		
Climate change	kg CO2 eq	9,3%	10,3%	0,0%	6,2%	10,4%	30,5%	16,4%	8,8%	2,5%	1,6%	0,0%	4,1%
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	11,0%	12,8%	0,0%	8,2%	9,9%	30,0%	12,5%	11,1%	2,2%	1,7%	0,0%	0,5%
Human toxicity, cancer effects	CTUh	0,7%	0,2%	0,0%	0,1%	1,6%	<b>91,9%</b>	3,8%	0,1%	0,3%	0,2%	0,0%	1,1%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	-0,1%	4,8%	0,0%	0,2%	1,7%	22,0%	<b>60,9%</b>	1,7%	0,5%	0,5%	0,0%	7,7%
Particulate matter	kg PM2.5 eq	1,5%	1,6%	0,0%	2,9%	1,3%	7,0%	<b>83,7%</b>	0,8%	0,3%	0,2%	0,0%	0,6%
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	6,3%	5,8%	0,0%	3,6%	14,7%	19,2%	39,5%	5,0%	3,3%	1,9%	0,0%	0,7%
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	11,1%	2,7%	0,0%	5,1%	1,3%	8,5%	<b>66,6%</b>	2,4%	0,3%	0,3%	0,0%	1,6%
Acidification	molc H+ eq	7,8%	6,9%	0,0%	10,3%	7,9%	30,1%	25,0%	6,0%	1,8%	1,2%	0,0%	3,0%
Terrestrial eutrophication	molc N eq	8,6%	8,2%	0,0%	14,7%	3,4%	19,9%	31,8%	7,1%	0,8%	0,8%	0,0%	4,7%
Freshwater eutrophication	kg P eq	3,8%	0,9%	0,0%	0,5%	12,4%	40,1%	34,7%	0,8%	2,8%	1,4%	0,0%	2,6%
Marine eutrophication	kg N eq	32,3%	2,2%	0,0%	3,8%	9,4%	23,2%	19,8%	1,9%	2,2%	1,2%	0,0%	3,9%
Freshwater ecotoxicity	CTUe	0,9%	2,5%	0,0%	0,1%	1,0%	15,6%	<b>74,6%</b>	0,8%	0,3%	0,3%	0,0%	4,0%
Land use	kg C deficit	<b>90,9%</b>	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	3,6%	5,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Water resource depletion	m3 water eq	10,1%	0,7%	0,0%	0,4%	13,5%	<b>54,6%</b>	14,1%	0,6%	3,0%	1,5%	0,0%	1,5%
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	15,9%	0,4%	0,0%	0,2%	3,2%	<b>68,2%</b>	10,4%	0,4%	0,5%	0,4%	0,0%	0,5%
IPCC GWP 100a con CO2bio	kg CO2 eq	<b>147,1%</b>	-2,6%	0,0%	-1,6%	-2,6%	8,0%	-18,1%	-2,2%	-0,7%	-0,4%	0,0%	-26,8%

Come si può vedere nella tabella precedente, le fasi maggiormente critiche sono l'attività di carpenteria e la produzione delle materie prime usate proprio in questa fase del ciclo produttivo. Entrambe hanno il maggiore contributo a tutte le categorie d'impatto, arrivando anche a percentuali che superano il 91% per quanto riguarda le materie prime ausiliari (nel caso della tossicità per gli esseri umani con effetti

cancerogeni) e l'83% nel caso dello smog provocato dalle emissioni di sostanze inorganiche per l'attività di carpenteria.

E' da segnalare anche l'impatto che ha l'attività di gestione e taglio dei boschi in generale, e in particolare sulla categoria relativa all'uso del suolo (circa il 91%) e l'effetto negativo che ha sul potenziale di riscaldamento globale con fissaggio di CO<sub>2</sub> biogenica. In questo caso il valore è superiore al 100%, perché si tratta, in origine, di un dato negativo (vedi tabelle 6, 7 e 8) dovuto alla fase di fissazione dell'anidride carbonica presente in atmosfera durante la crescita del bosco.

## 6. CONCLUSIONI

Per la realizzazione di questo studio PEF all'interno del Consorzio Legno Alta Lombardia sono state coinvolte più della metà delle segherie del territorio, e quindi il campione di aziende utilizzato ha una buona rappresentatività dell'intero distretto. Questo ha permesso, anche, di avere a disposizione dati diretti di buona qualità e pertanto dei risultati attendibili.

Dall'analisi delle diverse fasi del ciclo del tetto, l'attività di carpenteria e la produzione delle materie prime usate in questa fase del ciclo produttivo risultano le più critiche a livello ambientale. Per questo motivo, future azioni per la riduzione degli impatti ambientali nel ciclo di vita dei prodotti, dovrebbero coinvolgere principalmente queste attività.

Dal presente studio emergono altri elementi d'interesse, quali:

- la capacità dei prodotti in legno di contribuire positivamente alle emissioni di gas serra in considerazione della loro capacità di fissaggio dell'anidride carbonica nei prodotti destinati a durare nel tempo;
- la scarsa incidenza della fase di fine vita nel ciclo di vita del prodotto tetto;
- il discreto peso che ha la fase di trasporto (specialmente quello dei tronchi tagliati in bosco alla prima lavorazione in segheria) in tutti gli indicatori di impatto, con particolare riferimento all'effetto serra.

## 7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Ecoinvent, 2013. Sito internet del "Swiss Centre for Life Cycle Assessment", fornitore del database Ecoinvent v3.1 ([www.ecoinvent.ch](http://www.ecoinvent.ch))
- Raccomandazione della Commissione (2013/179/UE), del 9 aprile 2013, relativa all'uso di metodologie comuni per misurare e comunicare le prestazioni ambientali nel corso del ciclo di vita del prodotto e delle organizzazioni.
- ISPRA, 2013. Rapporto Rifiuti Urbani 2013 ([www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it))
- EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2002.
- EN 15804:2012+A1:2013. Sustainability of construction works — Environmental product declarations — Core rules for the product category of construction products. Brussels: European Committee for Standardization.
- UNI EN 16485:2014: Round and sawn timber — Environmental Product Declarations — Product category rules for wood and wood-based products for use in construction. Brussels: European Committee for Standardization.
- PCR 2012:01 Ver. 02 (03/03/2015) Product group classification: multiple CPC codes construction products and construction services.
- ARPA Valle d'Aosta, 2005. Gruppo di lavoro APAT-ARPA: "Analisi ambientale per comparto produttivo. Documento di studio del comparto Falegnamerie e segherie artigianali".

**ALLEGATO 1: Metodologia valutazione qualità del dato**
*A) Punteggi per i dati specifici raccolti nell'ambito del presente studio*
**Tabella 10** Punteggi per la valutazione della rappresentatività temporale dei dati specifici.

Critero	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Rappresentatività temporale - TiR</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Anno precedente all'anno di validità del documento
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Da tre a un anno
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Da cinque a tre anni
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Da dieci a cinque
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non è potuto essere verificata/non è nota.	Più di dieci anni, oppure anno sconosciuto

**Tabella 11** Punteggi per la valutazione della rappresentatività tecnologica dei dati specifici.

Critero	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Rappresentatività tecnologica - TeR</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Specifico per il processo e la tecnologia in studio
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Specifico per il processo in studio, media fra diverse tecnologie
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Dati per il processo medio, media fra diverse tecnologie
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Dati per il processo medio, senza ulteriori informazioni in relazione alla

				tecnologia
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Altri dati

**Tabella 12** Punteggi per la valutazione della rappresentatività geografica dei dati specifici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Rappresentatività geografica - GR</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Consorzio Legno Alta Lombardia
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Regione Lombardia
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Italia
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Europa
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Altri paesi, paese sconosciuto

**Tabella 13** Punteggi per la valutazione dell'incertezza dei parametri per i dati specifici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Incertezza dei parametri (da giudizio di esperti) - P</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Incetezza molto bassa (<10%)
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Incetezza bassa (fra 10% e 20%)
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Incetezza accettabile (fra 20% e 30%)
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Incetezza elevata (fra 30% e 50%)
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono	Incetezza molto

			necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	elevata (>50%)
--	--	--	--	----------------

**Tabella 14** Punteggi per la valutazione della completezza dei dati specifici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Completezza - C</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Completezza molto buona (>90%)
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Buona completezza (fra 80% e 90%)
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Completezza soddisfacente (fra 70% e 80%)
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Scarsa completezza (fra 50% e 70%)
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Completezza molto scarsa o non nota (<50%)

**Tabella 15** Punteggi per la valutazione della conformità e coerenza metodologiche dei dati specifici.

Criterio	Livello di qualità	Ind. di Qual.	Definizione	Requisito
<b>Conformità e coerenza metodologiche - M</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Piena conformità a tutti i requisiti della guida sulla PEF
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Metodo basato su un processo attributivo e: sono soddisfatti i tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema

	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Metodo basato su un processo attributivo e : sono soddisfatti due dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Metodo basato su un processo attributivo e : è soddisfatto uno dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Metodo basato su un processo attributivo ma non è soddisfatto nessuno dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema

Per la determinazione dell'indice di qualità dei dati specifici deve essere utilizzata la formula seguente:

$$DQR = \frac{TeR + GR + TiR + C + P + M}{6}$$

Dove:

DQR è l'indice complessivo di qualità dei dati

TeR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività tecnologica

GR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività geografica

TiR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività temporale

C è il valore dell'indice di qualità per la completezza

P è il valore dell'indice di qualità per l'incertezza dei parametri

M è il valore dell'indice di qualità per l'adeguatezza e la coerenza metodologiche



B) Punteggi per i dati generici ricavati da database commerciali
**Tabella 16** Punteggi per la valutazione della rappresentatività temporale dei dati generici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Rappresentatività temporale - TiR</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Fino a cinque anni precedenti
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Da cinque a dieci anni precedenti
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Da dieci a quindici anni precedenti
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Da quindici a venti anni precedenti
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non è potuto essere verificata/non è nota.	Più di venti anni, oppure anno sconosciuto

**Tabella 17** Punteggi per la valutazione della rappresentatività tecnologica dei dati generici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Rappresentatività tecnologica - TeR</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Specifico per il processo e la tecnologia in studio
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Specifico per il processo in studio, media fra diverse tecnologie
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Dati per il processo medio, media fra diverse tecnologie
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Dati per il processo medio, senza ulteriori informazioni

				in relazione alla tecnologia
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Altri dati

**Tabella 18** Punteggi per la valutazione della rappresentatività geografica dei dati generici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Rappresentatività geografica - GR</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Italia
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Europa
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Nazione europea diversa dall'Italia
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	USA, Canada, Giappone
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Altri paesi, paese sconosciuto

**Tabella 19** Punteggi per la valutazione dell'incertezza dei parametri per i dati generici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Incertezza dei parametri (da giudizio di esperti) - P</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Incertezza molto bassa (<10%)
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Incertezza bassa (fra 10% e 20%)
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Incertezza accettabile (fra 20% e 30%)
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Incertezza elevata (fra 30% e 50%)

	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Incertezza molto elevata (>50%)
--	--------------	---	---	---------------------------------

**Tabella 20** Punteggi per la valutazione della completezza dei dati generici.

Criterio	Livello di qualità	Indice di qualità	Definizione	Requisito
<b>Completezza - C</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Completezza molto buona (>90%)
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Buona completezza (fra 80% e 90%)
	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Completezza soddisfacente (fra 70% e 80%)
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Scarsa completezza (fra 50% e 70%)
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Completezza molto scarsa o non nota (<50%)

**Tabella 21** Punteggi per la valutazione della conformità e coerenza metodologiche dei dati generici.

Criterio	Livello di qualità	Ind. di Qual	Definizione	Requisito
<b>Conformità e coerenza metodologiche - M</b>	Molto buono	1	Soddisfa il criterio a un grado molto elevato, senza richiedere alcun miglioramento	Piena conformità a tutti i requisiti della guida sulla PEF
	Buono	2	Soddisfa il criterio a un grado elevato, con scarsa esigenza di miglioramenti	Metodo basato su un processo attributivo e: sono soddisfatti i tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema

	Soddisfacente	3	Soddisfa il criterio a un grado accettabile, tuttavia richiede un miglioramento	Metodo basato su un processo attributivo e : sono soddisfatti due dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema
	Scarso	4	Non soddisfa il criterio ad un grado sufficiente. Richiede miglioramenti.	Metodo basato su un processo attributivo e : è soddisfatto uno dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema
	Molto scarso	5	Non soddisfa il criterio. Sono necessari miglioramenti sostanziali. O: questo criterio non è stato giudicato o la sua qualità non ha potuto essere verificata/non è nota.	Metodo basato su un processo attributivo ma non è soddisfatto nessuno dei tre requisiti relativi ai metodi previsti dalla guida sulla PEF di seguito riportati: -viene affrontata la questione della multifunzionalità -Modellazione di fine vita -Confine del sistema

Per la determinazione dell'indice di qualità dei dati generici deve essere utilizzata la formula seguente:

$$DQR = \frac{TeR + GR + TiR + C + P + M}{6}$$

Dove:

DQR è l'indice complessivo di qualità dei dati

TeR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività tecnologica

GR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività geografica

TiR è il valore dell'indice di qualità per la rappresentatività temporale

C è il valore dell'indice di qualità per la completezza

P è il valore dell'indice di qualità per l'incertezza dei parametri

M è il valore dell'indice di qualità per l'adeguatezza e la coerenza metodologiche

