

LEGNO ARREDO

Studi di Life Cycle Assessment di filiera e sviluppo di dataset per la Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia





LEGNO ARREDO

Studi di Life Cycle Assessment di filiera e
sviluppo di dataset per la Banca Dati
Italiana LCA del progetto Arcadia

autori:

Valentina Fantin, Flavio Scrucca, Flavia Frisone, Pier Luigi Porta, Caterina Rinaldi
*ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei
Sistemi Produttivi e Territoriali*

Data di pubblicazione: Marzo 2024

Sommario

<i>Cippato forestale per la produzione di energia</i>	<i>Pag. 5</i>
<i>Pavimenti in legno</i>	<i>Pag. 16</i>
<i>Piallaccio di legno</i>	<i>Pag. 26</i>
<i>Banco scolastico monoposto</i>	<i>Pag. 36</i>
<i>Seduta monoscocca curvata per arredo scolastico</i>	<i>Pag. 47</i>
<i>Pannello in compensato di tutto pioppo</i>	<i>Pag. 57</i>
<i>Lavorazione di pannelli a base legno per mezzo di un centro di lavoro a controllo numerico</i>	<i>Pag. 66</i>

Introduzione

Questa monografia è stata realizzata nell'ambito del progetto Arcadia – Approccio di ciclo di vita nei contratti pubblici e banca dati italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse, finanziato dal PON Governance e Capacità Istituzionali 2014-2020. Il progetto si prefigge di costruire una Banca Dati nazionale di dataset LCA (BDI-LCA) utile a realizzare studi di Life Cycle Assessment (LCA- Analisi del Ciclo di Vita). L'LCA è un metodo, standardizzato secondo le norme ISO 14040-44, per calcolare i potenziali impatti ambientali di un prodotto tenendo in considerazione l'intero ciclo di vita.

Tra i settori analizzati nel progetto, vi è quello del legno-arredo per il significativo contributo che fornisce in termini di occupazione e fatturato del nostro Paese. Le imprese del comparto manifestano inoltre da molti anni un impegno sempre crescente verso la sostenibilità, sia nella riduzione degli impatti ambientali che nel valorizzare l'uso delle risorse lungo l'intero ciclo di vita, attraverso l'eco-design ed interventi di economia circolare (in particolare nel recupero di scarti a partire dalla fase di esbosco e in tutti i processi produttivi e dei prodotti a fine vita).

Sono state analizzate nel dettaglio una serie di filiere, spaziando all'interno del settore, dalla produzione di semilavorati e prodotti componenti dei mobili (pannello in compensato di tutto pioppo) e le relative lavorazioni per mezzo di un centro di lavoro a controllo numerico, prodotti per edilizia (piallaccio e pavimentazioni in legno), mobili scolastici (seduta e banco) e prodotti destinati ad uso energetico (cippato forestale).

I mobili scolastici sono stati scelti tra le tipologie di mobili, per la loro rilevanza in relazione agli acquisti verdi della pubblica amministrazione (Green Public Procurement). Nei Criteri Ambientali Minimi (CAM) si riscontra infatti un utilizzo sempre più ampio di etichette/dichiarazioni ambientali basate sul ciclo di vita come mezzo di verifica (ad esempio la Dichiarazione Ambientale di Prodotto, EPD e l'Ecolabel europeo), un'attenzione sempre maggiore all'eco-progettazione (CAM Arredi per interni) e l'introduzione dell'LCA a scala di edificio come criterio premiante (CAM Edilizia).

Lo scopo della presente monografia è illustrare sinteticamente le principali evidenze degli studi LCA di filiera effettuati nel progetto, fornendo informazioni sul gruppo di lavoro che ha svolto lo studio, i dati utilizzati per lo sviluppo dei dataset presenti in BDI-LCA e i risultati di impatto ambientale in termini di categorie di impatto e processi del ciclo di vita maggiormente rilevanti. Vengono inoltre forniti dettagli sulla costruzione dei dataset come ad esempio il campo di applicazione, l'unità funzionale, i confini del sistema, la rappresentatività e la qualità dei dati.

Il volume si propone perciò come un documento informativo per coloro che sono interessati ad approfondire l'applicazione dell'LCA al settore e raccoglie le sintesi dei report completi disponibili sia nella [sezione dedicata sul sito di Arcadia](#), che all'interno di ciascun dataset presente nella [BDI-LCA](#).

Il gruppo di lavoro che ha svolto ciascuno studio LCA di filiera è riportato all'interno del capitolo corrispondente della monografia, ed è costituito oltre che dai ricercatori ENEA, da esperti LCA e di settore, imprese ed associazioni di categoria.

Tra questi si ringraziano in particolare per il loro contributo:

Francesco Balducci, Alessandra Cecchini - *Manifaktura S.r.l.*

Marcello Missaglia, Alessandro Carzaniga¹ - *Missaglia&associati*

Luigia Petti, Ioannis Arzoumanidis - *Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara*

Andrea Argnani - *Associazione Italiana Energie Agroforestali (AIEL)*

Elisa Morara – *Alma Mater Studiorum - Università di Bologna*

Sofia Provenzano, Federico Pompei - *Biesse S.p.A.*

Per la revisione critica degli studi: *ENEA* (Patrizia Buttol, Flavia Frisone, Valentina Fantin, Flavio Scrucca) ed *Ecoinnovazione S.r.l.*

¹ Da luglio 2021 è presso Conlegno

Studio LCA di filiera del cippato forestale



Autori:

Flavio Scrucca¹, Caterina Rinaldi¹, Elisa Morara², Andrea Argnani³

Revisione critica interna: Patrizia Buttol¹

¹ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

²Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

³Associazione Italiana Energie Agroforestali (AIEL)

Introduzione

Le filiere italiane del legno (es. legno arredo e legno energia) sono basate su input provenienti sia dalla produzione di materia prima da foreste nazionali che dalle importazioni, ed integrano al loro interno tutte le operazioni necessarie alla trasformazione del legno in semilavorati e/o prodotti finiti. Inoltre, le operazioni in bosco per la produzione di legname da destinare ai vari usi successivi generano, durante l'esbosco, anche biomassa residuale, ovvero materiale organico di origine vegetale che può essere utilizzato per differenti scopi.

Nell'ambito della filiera nazionale, la produzione del cippato forestale consiste in un processo di riduzione del materiale legnoso, volto alla formazione di elementi di vario tipo e forma (il cippato, appunto), tramite un'azione meccanica di taglio comunemente nota con il termine di "sminuzzatura" o più precisamente "cippatura".

Diversi sono gli assortimenti di cippato ottenibili dai boschi che ricoprono il territorio nazionale, in funzione delle parti di pianta interessate, e differenti sono le caratteristiche che li contraddistinguono (lo stesso vale per il cippato di origine diversa, come ad esempio quello prodotto da scarti dalle segherie nella lavorazione del legno e scarti dell'agricoltura). Allo stesso modo, differenti sono gli utilizzi cui il cippato può essere destinato, quali ad esempio l'impiego nella filiera legno-energia come biocombustibile, la costruzione di pannelli o la produzione di carta.

Per quanto riguarda gli impieghi energetici, secondo l'Eurobarometro delle biomasse solide 2020 (EurObserv'ER, 2020), il consumo di energia da biocombustibili solidi nei paesi dell'UE28 è aumentato del 2,2% nel 2019, raggiungendo i 102,6 Mtep (Milioni di tonnellate equivalenti di petrolio), con l'Italia che rappresenta il quinto consumatore in termini di energia primaria. Tale situazione è tuttavia fortemente basata sull'utilizzo di prodotti di importazione. Considerando, infatti, i consumi di biomassa legnosa in Italia nell'ordine di circa 20-25 milioni di t/anno è possibile stimare che circa i 5-6 milioni di t/anno derivino dalla produzione nazionale di biomassa, ovvero da operazioni di taglio dei boschi e, in misura molto minore, da colture arboree dedicate come il pioppo, mentre i restanti quantitativi (15-20 mln t/anno) sono rappresentati da importazioni.

L'utilizzo a fini energetici della biomassa è dunque rilevante nel nostro Paese e incontra sempre maggiore interesse, grazie anche ai vari interventi di agevolazione finanziaria messi in campo nel corso del tempo. Dati del Ministero dello Sviluppo Economico mostrano come la produzione di energia elettrica da biomasse solide ha generato nel 2018, tramite il complesso degli investimenti e delle spese di Op&M (Operation and Maintenance), un valore aggiunto per l'intera economia pari a 273 milioni di €, con un numero complessivo di 3.767 occupati permanenti (diretti + indiretti). Analogamente, per quanto riguarda la produzione di energia termica, le tecnologie a biomasse solide (stufe e termocamini a pellet e legna), hanno generato un valore aggiunto di 1.565 mln €, con un numero di occupati permanenti diretti e indiretti pari a 18.345 (MiSE, 2020). Dati dell'Associazione Italiana Energie Agroforestali (AIEL, 2021) indicano inoltre che, considerando l'intera filiera "dal bosco al camino", le imprese coinvolte sono circa 14.000, per un fatturato complessivo di oltre 4 miliardi di euro e circa 72.000 occupati nel settore (43.000 circa diretti e 29.000 circa legati all'indotto).

Va sottolineato inoltre che un utilizzo della biomassa per scopi energetici a carattere "locale" risulta ancora più strategico. Secondo dati AIEL (AIEL, 2020), infatti, la filiera energetica del cippato locale crea da 7 a 15 volte più occupazione rispetto alle fonti fossili e la produzione e l'utilizzo di cippato locale,

quando la materia prima legnosa proviene da gestione sostenibile del bosco, innesca un meccanismo virtuoso che valorizza gli scarti della lavorazione del legno e il progresso tecnologico delle moderne caldaie a biomassa.

Il presente capitolo descrive pertanto lo studio LCA di filiera relativo al cippato forestale, sviluppato considerando due differenti prodotti ritenuti particolarmente rilevanti e rappresentativi per gli impieghi energetici, sia in termini di “dimensione geografica” che di “composizione di mercato” ovvero:

- un cippato forestale di buona qualità sulla base della norma UNI ISO 17225-4 (2014) e rappresentativo delle classi A1 e A2 da essa individuate, normalmente impiegato in impianti di piccole dimensioni per la produzione di energia termica o a fini cogenerativi (cippato di classe A);
- un cippato di classe B secondo i criteri della norma UNI ISO 17225-4 (2014), derivante dai residui delle attività forestali, principalmente impiegato in grandi centrali sia di produzione elettrica che cogenerative.

Lo studio, svolto secondo la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera in collaborazione con associazioni, esperti ed imprese del settore, è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) e ha permesso di sviluppare dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Scrucca et al., 2021), presenti all'interno della Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Gruppo di Lavoro di Filiera

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera del cippato forestale ha visto la partecipazione di:

- ENEA (F. Scrucca e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (P. Buttol). Ha inoltre svolto attività di formazione “on the job” sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.
- Alma Mater Studiorum - Università di Bologna (E. Morara), che ha collaborato alla redazione del report relativo allo studio di filiera e, in particolare alla sua parte introduttiva riguardante l'inquadramento generale della filiera e del contesto nazionale.
- S. Giacometti (SaDiLegno) e V. Solari (12-to-Many), che hanno supportato le aziende nella raccolta dei dati primari e fornito supporto come esperti di settore nella fase di inventario dello studio LCA.
- A. Argnani (AIEL), che ha fornito supporto come esperto di settore, mettendo anche a disposizione dati di inventario funzionali allo svolgimento dello stesso.
- Impresa CIGLIANI PRIMO S.n.c. (M. Cigliani), che ha fornito i dati primari necessari allo svolgimento dello studio.

La ditta CIGLIANI PRIMO S.n.c. opera nel settore boschivo e del commercio del legno dal 1998, occupandosi di esboschi, manutenzione e ripuliture boschi ed aree verdi, manutenzione di strade e piste forestali, sgombero neve nella stagione invernale. L'azienda ha costantemente investito in innovazione tecnologica e professionalizzazione del personale diventando una ditta capace di ricoprire, con risorse proprie, tutte le fasi della filiera bosco-legno: dalla gestione forestale alla consegna del prodotto al cliente. L'azienda è particolarmente attenta al tema della sostenibilità che è sempre maggiormente considerato e presente nelle strategie e attività aziendali.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- La realizzazione dei dataset “Produzione cippato forestale classe A di abete” e “Produzione cippato forestale classe B di abete” per l’inserimento nella Banca Dati Italiana LCA di Arcadia, con l’obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università/ricerca) di utilizzarli in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità (lo studio ha visto in realtà anche lo sviluppo del dataset “Produzione legname in tronchi di abete”). Tali dataset sono accompagnati dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).
- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione “on the job” ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la produzione di cippato come combustibile solido da utilizzare a fini energetici. L’unità funzionale (UF) utilizzata ai fini dello studio è 1 tonnellata di cippato disponibile all’impianto di produzione dell’energia, scelta in quanto unità comunemente utilizzata come riferimento nel settore forestale e, in particolare, per i combustibili legnosi è stata ritenuta più idonea anche dalle aziende e dagli esperti di settore coinvolti nello studio di filiera. Tale scelta è inoltre in linea con alcuni documenti metodologici relativi ai prodotti forestali disponibili, ovvero alla regola di categoria di prodotto “Basic products from forestry” (EPD, 2020), applicabile ai prodotti e le materie prime ottenute dalle attività forestali come legname, pasta di legno e combustibili legnosi.

Ai fini dello studio LCA di filiera si è adottato un approccio “cradle-to-user” (Figura 1 e Figura 2), ovvero un approccio che considera tutti i processi fino al “cancello aziendale” e la distribuzione del prodotto (mantenuta separata nell’analisi e nella presentazione dei risultati), e non le successive fasi di uso e fine vita (ad es. eventuali ulteriori lavorazioni/trattamenti eseguiti presso la centrale di produzione dell’energia e il processo di combustione del cippato nello specifico impianto). Tale scelta dei confini del sistema, che vanno dalla fase “in bosco” fino alla fase di consegna al cliente finale (centrale di produzione dell’energia) e, include, quindi anche le operazioni di trasporto per la distribuzione, è ritenuta rilevante per le attività delle aziende di produzione del cippato e risponde al crescente interesse del mercato per una filiera di produzione locale e per una filiera legno-energia “corta”.

CONFINI DEL SISTEMA – CIPPATO CLASSE A

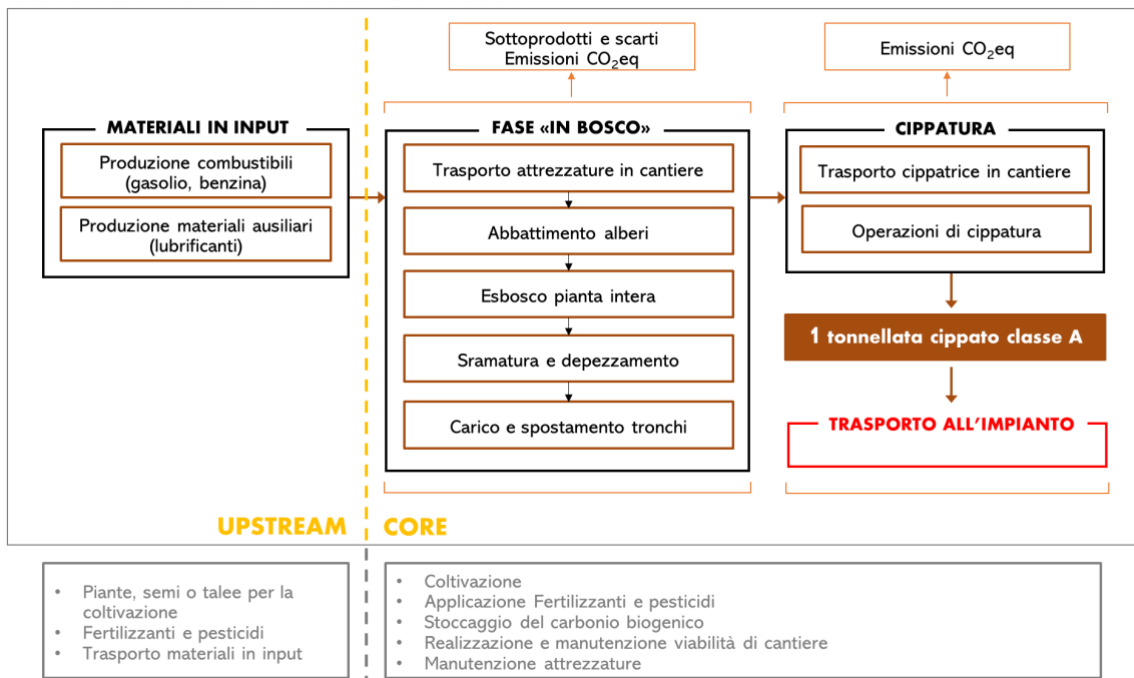


Figura 1. Confini del sistema del processo di produzione del cippato di classe A

CONFINI DEL SISTEMA – CIPPATO CLASSE B

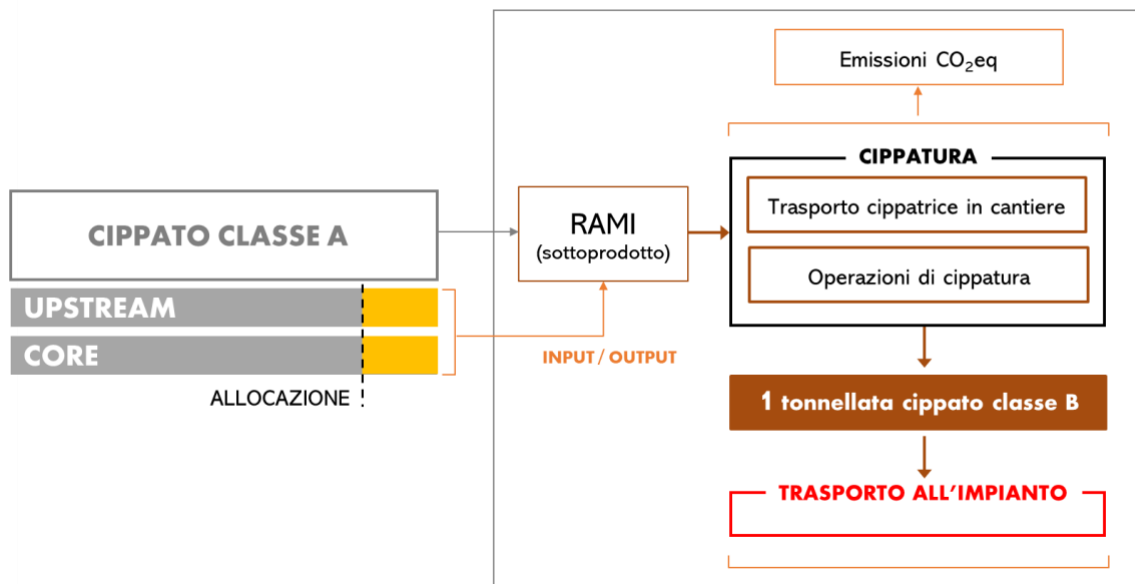


Figura 2. Confini del sistema del processo di produzione del cippato di classe B

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), sia in termini di sistema di foreground (attrezzature e macchinari del cantiere forestale) che di background (ovvero tutti i contributi derivanti dalle infrastrutture incluse di default all'interno dei processi del database Ecoinvent utilizzati nel modello di calcolo). Per la fase di

valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016).

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari il GdL di filiera ha selezionato l'azienda CIGLIANI PRIMO S.n.c., i cui processi e tecnologie sono stati considerati rappresentativi di una filiera produttiva sviluppata in ambiente montano, situazione caratteristica del Nord-Est del nostro Paese, dove si trovano le più importanti fustaie produttive di legname da lavoro (legname da trancia e da sega, per paste e altro legname per uso industriale), ovvero di altre Regioni italiane in cui la produzione di biomassa legnosa avviene prevalentemente in aree montane (o assimilabili).

Sono stati utilizzati dati primari per la maggior parte dei processi inclusi nei confini del sistema e l'anno di riferimento per tale raccolta dati è il 2021.

Dati secondari, derivanti da report di settore, report di progetti preesistenti, studi LCA, Dichiarazioni Ambientali di Prodotto e altra bibliografia tecnico-scientifica, sono stati utilizzati per il trasporto in cantiere delle attrezzature per la cippatura, i consumi energetici del processo di cippatura e il trasporto del cippato agli impianti di produzione dell'energia. Nel dettaglio, la modellazione dei processi di trasporto è stata eseguita sulla base delle quantità fisiche (peso trasportato) e di distanze medie.

Il materiale per la produzione del cippato di classe B, ovvero i rami derivanti dalle operazioni di sramatura e depezzamento, è stato considerato come un sottoprodotto della produzione del cippato di classe A e, quindi, ad essi sono stati associati flussi tramite un'allocazione su base volume, facendo riferimento ai dati rappresentativi in termini di percentuale sul volume di legname destinato all'abbattimento.

Le emissioni associate ai diversi processi inclusi nei confini del sistema (esprese in unità di massa di CO₂eq) sono state calcolate tramite metodologia IPCC (IPCC, 2006), sulla base dei dati primari raccolti per i consumi di combustibili e/o reperiti da studi di letteratura esistenti e/o derivanti da medie di entrambe le tipologie di stima, e sono quindi da considerarsi come valori medi rappresentativi delle diverse operazioni caratteristiche della filiera.

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

La Tabella 1 e la Tabella 2 riportano i risultati della fase di caratterizzazione per il ciclo di vita rispettivamente per 1 tonnellata di cippato di classe A e 1 tonnellata di cippato di classe B, indicando esplicitamente il contributo della fase di produzione e della distribuzione dei prodotti, ovvero del trasporto degli stessi alla centrale di produzione dell'energia.

L'analisi dei risultati della fase di normalizzazione è invece riportata in Figura 3 e mostra come le categorie di impatto in assoluto più rilevanti siano "Resource use, fossils", "Ecotoxicity, freshwater" e "Climate change", sia per il cippato di classe A (contributi al totale dei risultati di normalizzazione rispettivamente del 31%, 17% e 15% circa) che per il cippato di classe B (contributi al totale dei risultati di normalizzazione rispettivamente del 30%, 17% e 15% circa).

Categoria di impatto	Unità di misura	PRODUZIONE	DISTRIBUZIONE	TOT
Climate change	kg CO2 eq	1,93E+01	7,43E+00	2,68E+01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	5,63E-06	1,73E-06	7,36E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,56E+00	4,74E-01	2,03E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,49E-02	4,44E-02	6,93E-02
Particulate matter	disease inc.	2,18E-07	6,61E-07	8,79E-07
Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,66E-08	8,62E-08	1,23E-07
Human toxicity, cancer	CTUh	7,50E-10	1,53E-09	2,28E-09
Acidification	mol H+ eq	4,07E-02	3,97E-02	8,04E-02
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,53E-04	3,27E-05	1,86E-04
Eutrophication, marine	kg N eq	4,74E-03	1,56E-02	2,03E-02
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	5,19E-02	1,71E-01	2,23E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,15E+02	4,31E+01	1,58E+02
Land use	Pt	1,29E+00	3,36E-01	1,63E+00
Water use	m3 depriv.	-3,95E-02	-2,24E-02	-6,18E-02
Resource use, fossils	MJ	3,46E+02	1,06E+02	4,51E+02
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,42E-06	3,16E-07	1,73E-06

Tabella 1. Risultati di caratterizzazione relativi alla produzione di cippato di classe A (UF = 1 t)

Categoria di impatto	Unità di misura	PRODUZIONE	DISTRIBUZIONE	TOT
Climate change	kg CO2 eq	1,10E+01	1,59E+01	2,69E+01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	3,46E-06	3,70E-06	7,17E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	9,52E-01	1,01E+00	1,97E+00
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,37E-02	9,51E-02	1,09E-01
Particulate matter	disease inc.	1,30E-07	1,42E-06	1,55E-06
Human toxicity, non-cancer	CTUh	2,22E-08	1,85E-07	2,07E-07
Human toxicity, cancer	CTUh	4,11E-10	3,27E-09	3,68E-09
Acidification	mol H+ eq	2,43E-02	8,50E-02	1,09E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	7,23E-05	7,01E-05	1,42E-04
Eutrophication, marine	kg N eq	2,98E-03	3,34E-02	3,64E-02
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	3,27E-02	3,66E-01	3,99E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	6,97E+01	9,23E+01	1,62E+02
Land use	Pt	6,92E-01	7,19E-01	1,41E+00
Water use	m3 depriv.	-5,33E-02	-4,79E-02	-1,01E-01
Resource use, fossils	MJ	2,12E+02	2,26E+02	4,38E+02
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	6,60E-07	6,77E-07	1,34E-06

Tabella 2. Risultati di caratterizzazione relativi alla produzione di cippato di classe B (UF = 1 t)

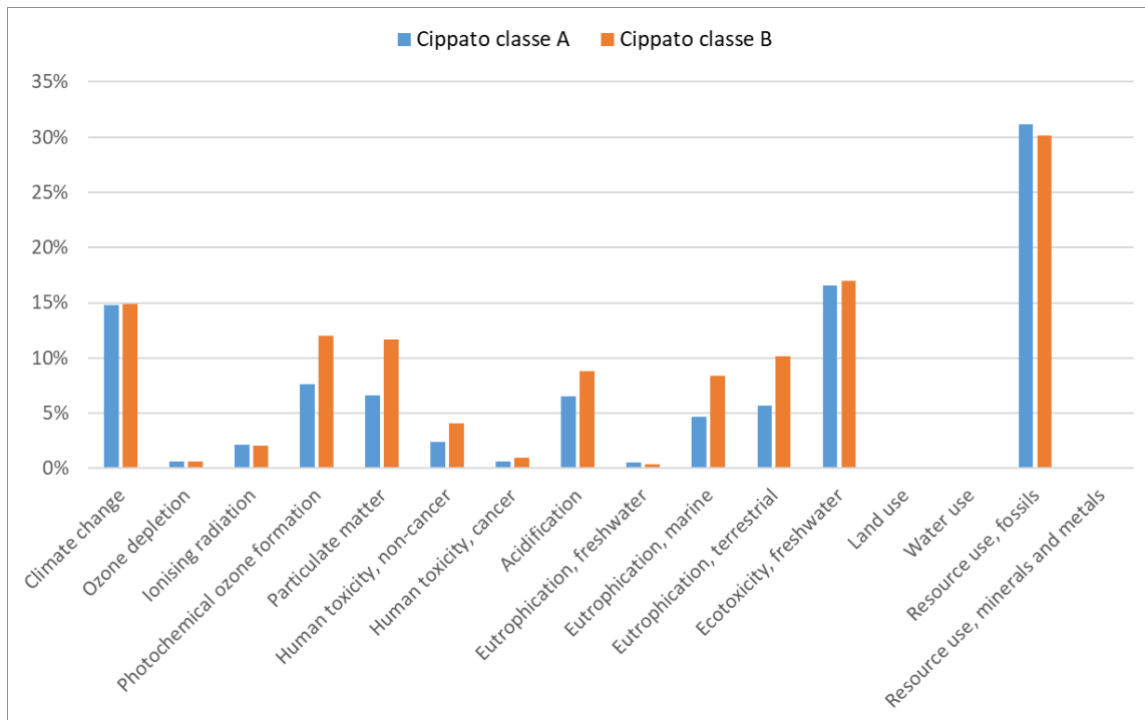


Figura 3. Risultati della normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di cippato di classe A e classe B (UF = 1 t)

In Figura 4, Figura 5 e Figura 6 si evidenziano i contributi percentuali forniti per alcune delle categorie di impatto più rilevanti dai diversi processi che costituiscono il ciclo di vita della produzione di cippato.

Come si evince dall'analisi dei grafici, il processo di trasporto verso la centrale energetica fornisce un contributo significativo per tutte le categorie di impatto più rilevanti, sia per il cippato di classe A (contributi dell'ordine del 23-28% circa) che per il cippato di classe B (contributi più elevati, dell'ordine del 51-59% circa). Il processo di produzione del diesel ha invece un contributo rilevante per le categorie "Resource use, fossils" (60% circa nel caso del cippato di classe A e 46% circa nel caso del cippato di classe B) e "Ecotoxicity, freshwater" (56% circa nel caso del cippato di classe A e 41% circa nel caso del cippato di classe B), mentre contribuisce in maniera minore all'impatto della categoria "Climate change" (contributo del 6-8%). È possibile invece osservare come per gli impatti in termini di "Climate change" assumano particolare rilevanza anche le operazioni in bosco, con un contributo del 60% circa per il cippato di classe A e del 33% circa per il cippato di classe B. Altro processo degno di nota è la produzione della benzina, in particolare per il cippato di classe A, per cui mostra un contributo del 14% circa all'impatto delle categorie "Resource use, fossils" e "Ecotoxicity, freshwater".

Resource use, fossils

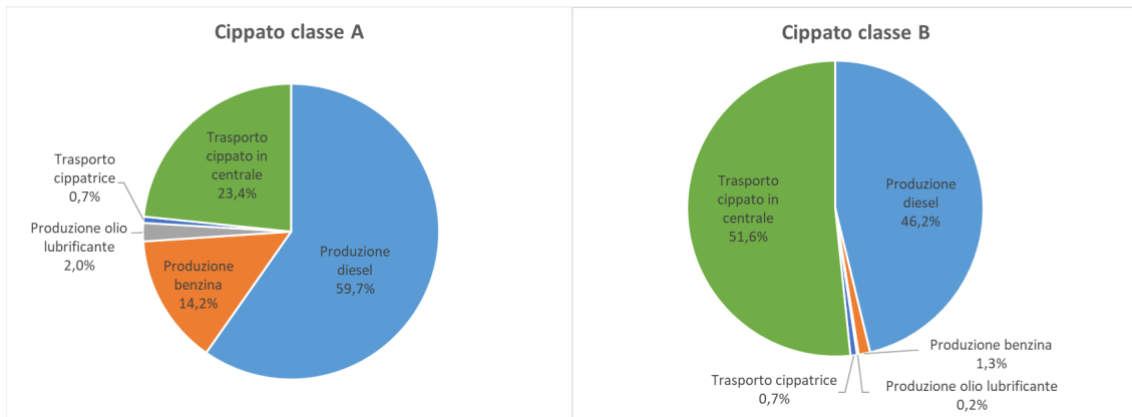


Figura 4. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di cippato per la categoria di impatto Resource use, fossils

Ecotoxicity, freshwater

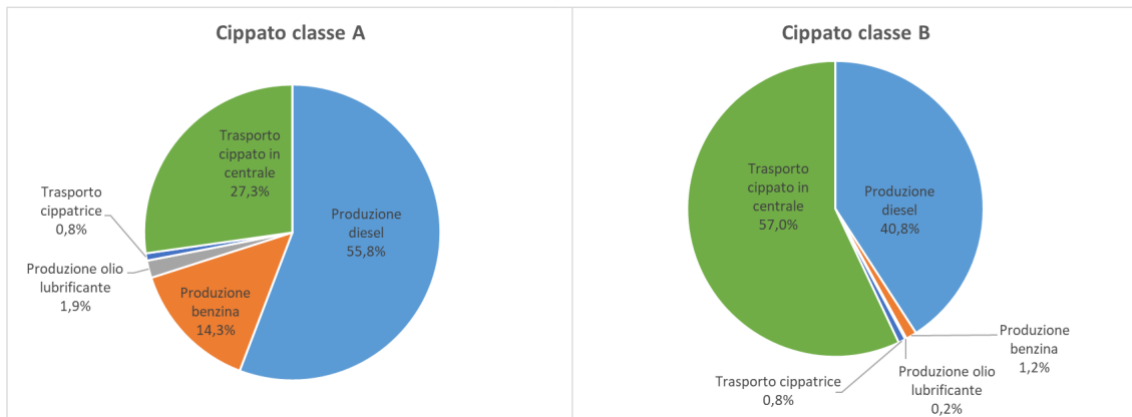


Figura 5. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di cippato per la categoria di impatto Ecotoxicity, freshwater

Climate Change

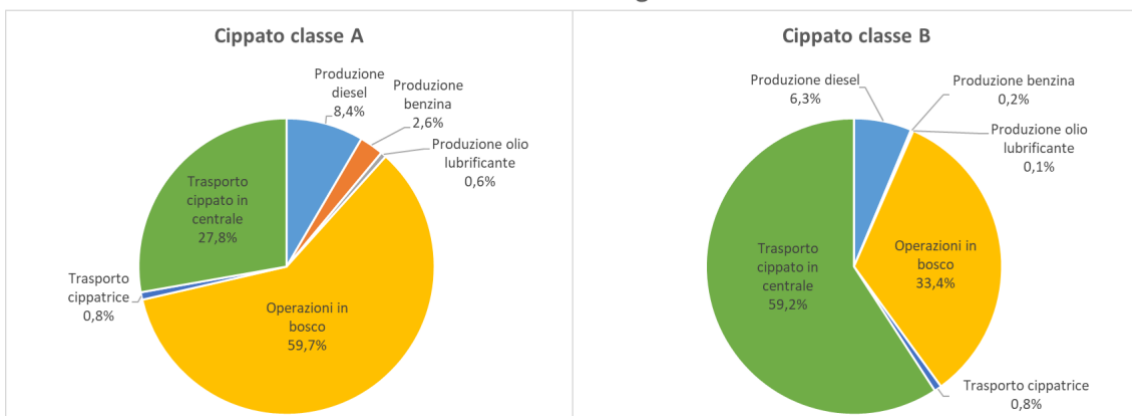


Figura 6. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di cippato per la categoria di impatto Climate change

Conclusioni

Dai risultati dello studio LCA emerge come la produzione del cippato è la fase più rilevante in termini di impatto per quanto riguarda il cippato di classe A, mentre per il cippato di classe B diviene particolarmente significativo il contributo della distribuzione, viste le distanze più elevate caratteristiche per l'utilizzazione di questo prodotto. Inoltre, sono le categorie di impatto "Resource use, fossils", "Ecotoxicity, freshwater" e "Climate change" ad emergere come più rilevanti sia per il cippato di classe A che per il cippato di classe B.

Nonostante il confronto con la letteratura esistente sia complicato a causa delle differenze, anche sostanziali, nelle caratteristiche delle filiere e delle modalità di svolgimento delle operazioni al loro interno, così come nelle specie di legno processato, i risultati ottenuti risultano essere sostanzialmente in linea con quelli di studi analoghi, dai quali emergono valori confrontabili per le principali categorie di impatto (ad es. impatto variabile da circa 26 a circa 36 kg CO₂eq/t con essiccazione in forno ottenuti da Schweier et al., 2016; impatto dell'ordine di 26-27 kg CO₂eq/t indicati da Grigolato et al., 2020; range di impatto per la fase di raccolta di 15,7-18,2 kg CO₂eq/t con essiccazione in forno calcolati da Fiala e Bacenetti, 2012) ed indicazioni del tutto analoghe sulle fasi e i processi più rilevanti (fasi di esbosco, cippatura e trasporto identificati in linea generale come quelle caratterizzate dai principali contributi all'impatto).

I dataset sviluppati a seguito dello studio di filiera, disponibili nella Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>), possono essere considerati rappresentativi per il contesto italiano e una filiera produttiva sviluppata in ambiente montano (o assimilabili) e, quindi, funzionali per i diversi soggetti interessati allo sviluppo di studi di LCA a livello nazionale.

Bibliografia

- AIEL, 2020. Agriforenergy 4 – 2020. https://www.aielenergia.it/public/pubblicazioni/A4E_4-2020.pdf
- AIEL, 2021. Libro bianco "Il futuro del riscaldamento a legna e pellet".
- EPD, 2020. Product Category Rules: Basic products from forestry.
- EurObserv'ER, 2020. Solid biomass barometer 2020. <https://www.eurobserv-er.org/solid-biomass-barometer-2020/>
- Fiala M., Bacenetti J., 2021. Economic, energetic and environmental impact in short rotation coppice harvesting operations, *Biomass Bioenergy* 42 (2012) 107-113. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.07.004>
- Grigolato S., Cadei A., Argnani A., Baldo M., Campeotto S., 2020. Cippato forestale, l'efficienza dei cantieri si valuta con la telemetria. <https://logisticiplus.it/index.php/pubblicazioni>
- ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 2 – Energy. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
- MISE, 2020. La situazione energetica nazionale nel 2019. https://dgsaie.mise.gov.it/pub/sen/relazioni/relazione_annuale_situazione_energetica_nazionale_dati_2019.pdf

- Scrucca F., Rinaldi C., Morara E., Argnani A., 2021. STUDIO DI FILIERA CIPPATO FORESTALE. Rapporto interno progetto Arcadia.
- Schweier J., Schnitzler J.P, Becker G., 20216. Selected environmental impacts of the technical production of wood chips from poplar short rotation coppice on marginal land. *Biomass and Bioenergy* 85 (2016) 235-242. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.12.018>
- UNI EN ISO, 2014. UNI EN ISO 17225-4:2014. Biocombustibili solidi - Specifiche e classificazione del combustibile - Parte 4: Definizione delle classi di cippato di legno.
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1218–1230 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori e Pant, LU, 2019. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

Studio LCA di filiera dei pavimenti in legno



Autori:

Flavio Scrucca, Flavia Frisone, Caterina Rinaldi

ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

Revisione critica interna: Valentina Fantin - ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

Introduzione

Il settore legno-arredo si compone di due comparti principali: il settore arredamento e quello del legno per edilizia, in cui rientra la filiera dei pavimenti in legno. In accordo ai dati della Federazione Europea del Parquet (AIPPL, 2019), l'Italia si posiziona come terzo paese europeo per consumi di parquet (10,57%), mentre in termini di produzione copre il 6,84% del totale posizionandosi al sesto posto dopo Polonia, Svezia, Austria, Germania e Francia. Il mercato nazionale del parquet ha fatto registrare nel 2017 una produzione di 4,5 milioni di m² (il dato più alto dal 2009), a fronte di consumi trainati dalle regioni del Nord-ovest (30%) e del Nord-est (23%), seguite dal Centro (19%), dal Sud (19%) e dalle Isole (9%), per un totale di 9 milioni di m² (+0,5% rispetto al 2016) (I LOVE PARQUET, 2019).

Secondo FederlegnoArredo (FLA, 2020), nel 2019 il settore legno-arredo con 42,5 miliardi di euro, 72.902 imprese e 310.849 addetti rappresentava nel suo complesso il 4,5% del fatturato manifatturiero nazionale, il 15,2% delle sue imprese e l'8,4% di suoi addetti. La filiera dei pavimenti in legno, che come detto rientra nel comparto del legno per l'edilizia, nello stesso anno ha invece fatto registrare un fatturato della produzione di 425 mln€, con un numero di imprese pari a 202 e 1.739 addetti.

Le pavimentazioni in legno per interni rientrano evidentemente tra i prodotti rappresentativi della filiera nazionale. Il presente capitolo descrive pertanto lo studio LCA di filiera relativo ai pavimenti in legno e, in particolare, un generico pavimento in legno costituito da moduli di diverse dimensioni aventi un supporto in multistrato di betulla (7-9 strati incollati tra loro, incollati per spessore variabile dai 6 ai 12 mm) e una plancia di finitura in legno nobile (rovere o latifoglie, in spessore variabile dell'ordine di 3-4 mm), tra loro incollati con colla poliuretana.

Lo studio, svolto secondo la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera in collaborazione con associazioni, esperti ed imprese del settore, è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) ed ha permesso di sviluppare dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Scrucca et al., 2023) all'interno della Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Gruppo di Lavoro di Filiera

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera dei pavimenti in legno ha visto la partecipazione di:

- ENEA (F. Scrucca, F. Frisone e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (V. Fantin). Ha inoltre svolto attività di formazione "on the job" sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.
- Edilegnoarredo (G. Milizia) che ha fornito supporto come esperto di settore nello svolgimento dello studio LCA.
- Parchettificio Garbelotto (F. Della Giustina, R. De Nardi, D. Gava, P. De Luca), che ha fornito i dati primari necessari allo svolgimento dello studio.

Parchettificio Garbelotto produce da quasi settant'anni pavimenti in legno tradizionali e prefiniti di eccellenza dai quali traspare la grande attenzione per la salvaguardia e la valorizzazione dell'ambiente, garantita dalla qualità controllata e certificata delle materie prime e delle sue lavorazioni. I pavimenti in legno Garbelotto sono in linea con i principi della bioedilizia e realizzati seguendo tutte le normative

CE, le vernici, le cere e gli oli utilizzati per la loro rifinitura finale sono naturali e atossici e si differenziano a livello mondiale sia per il basso rilascio di formaldeide che per la scelta di orientarsi verso una filiera corta. L'azienda ha da tempo intrapreso un percorso verso la sostenibilità e la partecipazione al progetto Arcadia rappresenta un ulteriore passo concreto in tale direzione nell'ottica di valutazione/miglioramento delle proprie prestazioni ambientali.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- La realizzazione del dataset "Pavimento in legno non specificato", relativo ad un pavimento in legno costituito da un supporto in multistrato di betulla con una finitura in legno nobile di specie legnosa generica, per l'inserimento nella Banca Dati Italiana LCA di Arcadia, con l'obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università/ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Lo studio ha visto in realtà anche lo sviluppo di due dataset derivati da quello principale, ovvero "Pavimento in legno di rovere" e "Pavimento in legno di latifoglie". Tali dataset sono accompagnati dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).
- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione "on the job" ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la produzione di un pavimento in legno per finiture in edilizia. L'unità funzionale (UF) utilizzata ai fini dello studio è 1 m² di pavimento in legno, con finitura in legno nobile non specificato e avente spessore medio rappresentativo per tale tipologia di prodotto. Una UF espressa in termini di unità di superficie è normalmente impiegata nelle valutazioni LCA di prodotti le cui applicazioni hanno specifiche caratteristiche dimensionali quali, ad esempio, una prevalente estensione superficiale a fronte di uno spessore dichiarato, ed è anche in linea con le indicazioni dei documenti metodologici rilevanti per prodotti in legno e a base di legno per l'impiego nelle costruzioni (EPDIItaly, 2020) e prodotti analoghi (ASTM, 2017).

Lo studio LCA è stato svolto con approccio "dalla culla al cancello + opzioni", come indicato nella EN 15804 (UNI EN ISO, 2021c) e in accordo alla Regola di Categoria di Prodotto di riferimento relativa ai prodotti da costruzione (EPDIItaly, 2019) e riguarda obbligatoriamente i Moduli A1-A3 della fase produttiva, a cui si è scelto di aggiungere anche gli impatti legati alla fase A5 di installazione.

Il processo di produzione del pavimento in legno è stato considerato come interamente realizzato all'interno dell'azienda, ad eccezione di alcune fasi come la verniciatura e, in casi eccezionali, l'incollaggio che possono invece essere affidate a terzisti locali.

Alcuni processi come i trasporti e l'imballo delle vernici, il processo di verniciatura (è incluso l'impatto della produzione della vernice) e gli spostamenti dei dipendenti sono stati esclusi dall'analisi, secondo specifico criterio di cut-off (esclusioni totali < 5%). Le operazioni di trasporto verso il sito di installazione del prodotto finito sono state escluse dai confini del sistema. Le distanze in gioco, infatti possono

variare anche significativamente da caso a caso e il calcolo di una distanza media rappresentativa non è di facile realizzazione. Tale scelta, inoltre, è ritenuta particolarmente funzionale alla creazione di un dataset utilizzabile dall'utente finale a livello generale, andando ad inserire a parte i dettagli relativi alle operazioni di trasporto del proprio caso studio (Figura 7).

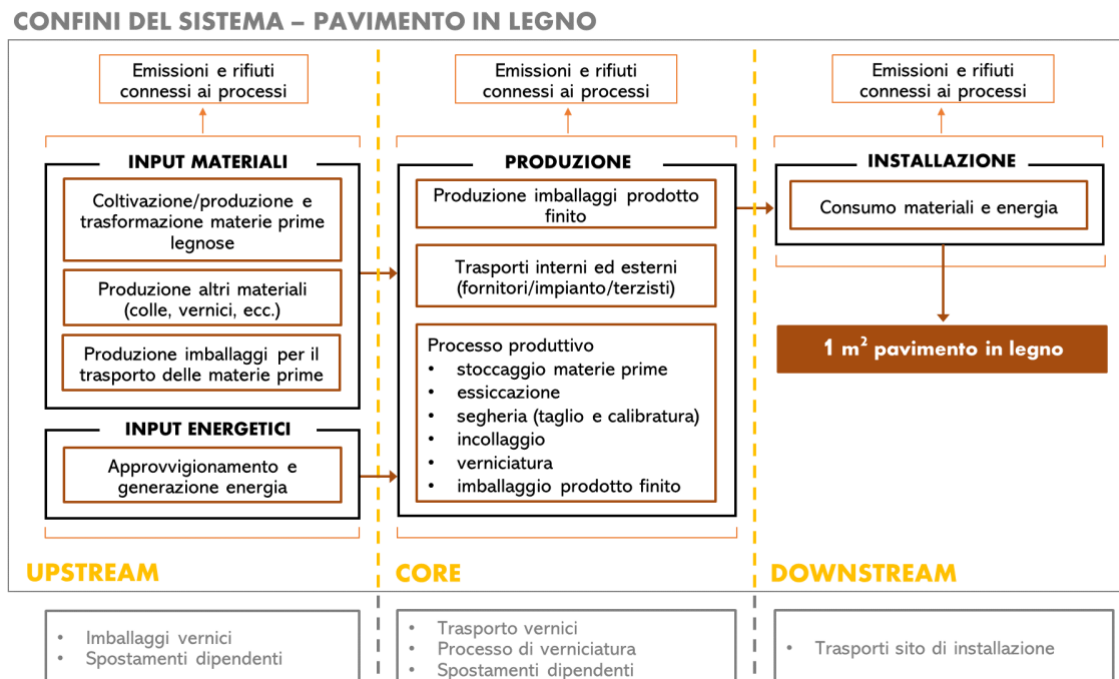


Figura 7. Confini del sistema del processo di produzione del pavimento in legno

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background. Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019).

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari il GdL di filiera ha selezionato il Parchettificio Garbelotto, i cui processi e tecnologie sono stati considerati utili a rappresentare la filiera produttiva dei pavimenti in legno a livello nazionale. Sono stati utilizzati dati primari per la maggior parte dei processi inclusi nei confini del sistema, ma anche dati secondari di settore e/o di letteratura, raccolti da varie fonti (ad es. report di settore, report di progetti preesistenti, studi LCA, Dichiarazioni Ambientali di Prodotto e altra bibliografia tecnico-scientifica, ecc.) e validati sulla base di opportuni criteri di equivalenza geografica (considerati sistemi simili italiani o al massimo europei), equivalenza tecnologica (considerati sistemi tecnologici paragonabili attraverso ricerche di letteratura) ed equivalenza rispetto ai confini del sistema (considerati sistemi che prendono in considerazione input e output simili e fasi simili). I dati raccolti fanno riferimento all'anno 2022.

Al fine di analizzare un prodotto generico, ovvero un pavimento con finitura in legno nobile non specificato (scelta ritenuta funzionale alla creazione di un dataset utilizzabile dall'utente finale a livello generale anche in assenza di informazioni specifiche al riguardo), è stata considerata una composizione

di specie legnose superficiali data dall'85% di legno di rovere e dal 15% di legno di latifoglie (composizione emersa dai dati di approvvigionamento delle specie legnose raccolti presso l'azienda coinvolta e ritenuta funzionale alla modellazione di un prodotto medio).

La produzione delle materie prime legnose è stata modellata attraverso dati di background del databaseecoinvent, potendo ritenere i processi di coltivazione delle piante, produzione e trasformazione del legname ragionevolmente "standardizzati" e non essendo possibile la raccolta di dati primari.

La modellazione dei processi di trasporto è stata eseguita sulla base delle quantità fisiche (peso trasportato) e delle distanze percorse, ritenute rappresentative delle diverse operazioni della filiera.

La generazione dell'energia termica è stata considerata come prodotta dal riutilizzo della segatura di scarto, mentre per i consumi di energia elettrica è stato considerato l'approvvigionamento esclusivamente dalla rete nazionale.

Per la modellazione delle operazioni di trattamento dei rifiuti è stato utilizzato l'approccio generale stabilito ai fini delle dichiarazioni ambientali di prodotto dell'International EPD System (EPD, 2021), attribuendo ai materiali destinati a riciclo solo i processi di raccolta e trasporto e non i successivi trattamenti per la produzione di materiale riciclato/secondario e i benefici ambientali derivanti dal suo utilizzo.

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

La Tabella 3 riporta i risultati della fase di caratterizzazione per il ciclo di vita di 1 m² di pavimento in legno non specificato, indicando esplicitamente il contributo delle fasi UPSTREAM, CORE e DOWNSTREAM.

Categoria di impatto	Unità di misura	TOT	UPSTREAM	CORE	DOWNSTREAM
Climate change	kg CO2 eq	2,17E+01	9,50E+00	3,59E+00	8,58E+00
Ozone depletion	kg CFC11 eq	3,05E-06	1,20E-06	3,77E-07	1,47E-06
Ionising radiation	kBq U-235 eq	3,18E+00	2,18E+00	3,24E-01	6,76E-01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,22E-01	7,49E-02	1,02E-02	3,71E-02
Particulate matter	disease inc.	1,88E-06	1,34E-06	8,52E-08	4,52E-07
Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,98E-07	2,66E-07	3,17E-08	1,00E-07
Human toxicity, cancer	CTUh	9,06E-08	7,73E-08	1,44E-09	1,19E-08
Acidification	mol H+ eq	1,40E-01	8,62E-02	1,49E-02	3,93E-02
Eutrophication, freshwater	kg P eq	7,47E-03	4,69E-03	6,49E-04	2,14E-03
Eutrophication, marine	kg N eq	4,01E-02	2,53E-02	5,26E-03	9,58E-03
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	3,99E-01	2,60E-01	3,72E-02	1,02E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	7,39E+02	3,70E+02	6,39E+01	3,05E+02
Land use	Pt	2,25E+03	2,18E+03	1,22E+01	5,92E+01
Water use	m3 depriv.	1,85E+01	1,40E+01	1,36E+00	3,12E+00
Resource use, fossils	MJ	3,80E+02	1,84E+02	4,23E+01	1,54E+02
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,82E-04	9,52E-05	6,45E-06	8,02E-05

Tabella 3. Risultati di caratterizzazione relativi ad un pavimento in legno non specificato (UF = 1 m²)

L'analisi dei risultati della fase di normalizzazione è invece riportata in Figura 8 e mostra come le categorie di impatto più rilevanti siano "Ecotoxicity, freshwater" (29,5% del totale degli impatti normalizzati), "Resource use, fossils" (10%), "Human toxicity, cancer" (9,1%) e "Eutrophication, freshwater" (7,9%), seguite dalle categorie "Climate change", "Photochemical ozone formation", "Particulate matter", "Acidification", "Land use" e "Resource use, minerals and metals" (con un contributo dell'ordine del 4-5% circa al totale degli impatti normalizzati).

La categoria "Climate change" emerge come particolarmente significativa anche dalla fase di pesatura (per i dettagli si veda il report di filiera, disponibile sul sito di Arcadia) e dalla fase di caratterizzazione (Tabella 3) emerge come significativa anche la categoria "Land use".

Gli indicatori più rilevanti in termini di impatto per il pavimento in legno possono pertanto essere identificati in: "Ecotoxicity, freshwater", "Resource use, fossils", "Climate change" e "Land use", come diretta conseguenza delle caratteristiche peculiari dei processi produttivi delle materie prime legnose utilizzate per realizzare il prodotto finito, che richiedono una notevole occupazione di suolo e significativi quantitativi di risorse naturali ed energetiche, nonché della natura di altri materiali impiegati nel ciclo di vita del pavimento in legno (quali ad esempio colle e vernici), la cui produzione è caratterizzata da un rilevante impiego di sostanze chimiche e risorse energetiche.

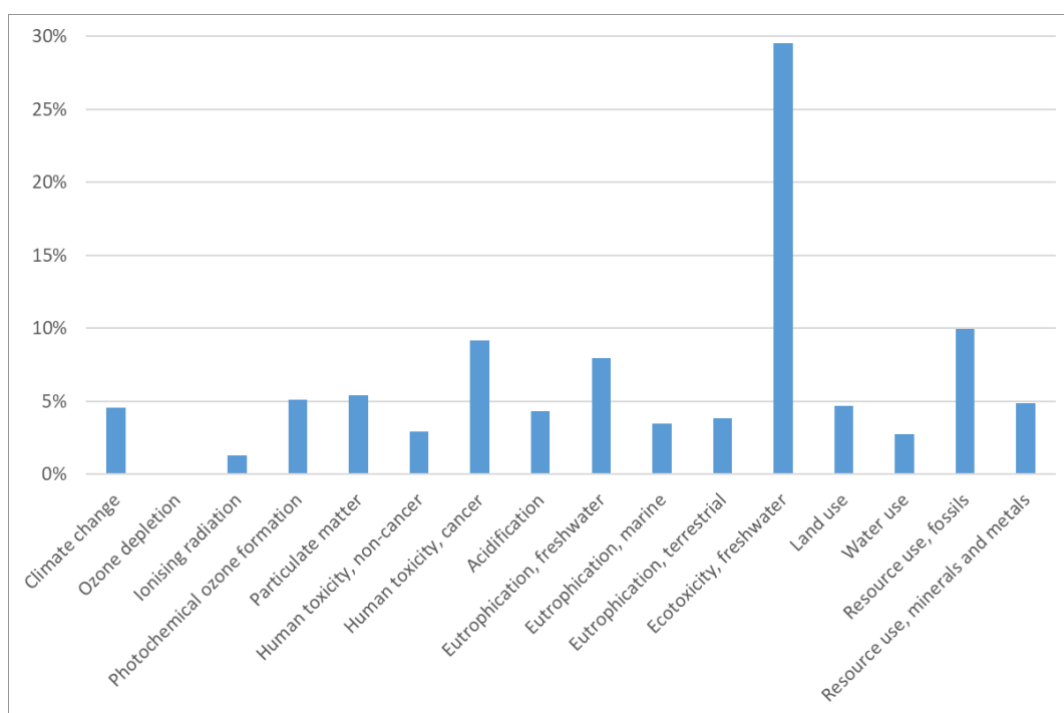


Figura 8. Risultati della normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti per un pavimento in legno non specificato (UF = 1 m²)

In Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12 sono mostrati i contributi percentuali forniti per alcune delle categorie di impatto più rilevanti dai diversi processi che costituiscono il ciclo di vita del pavimento in legno.

Come si evince dall'analisi dei grafici, la produzione delle materie prime legnose e degli altri materiali utilizzati nel ciclo di vita del pavimento in legno, rappresenta il processo più rilevante in termini di impatto, con un contributo al totale variabile tra il 72% e il 97% circa. Le operazioni di trasporto per

l'approvvigionamento delle materie prime e degli altri materiali e la produzione/approvvigionamento delle risorse energetiche utilizzate nel ciclo di vita del pavimento in legno (energia elettrica) costituiscono gli altri processi più rilevanti, anche se con contributi minori (massimo 12% circa). Risulta invece meno rilevante il contributo alle varie categorie di impatto fornito dalla gestione dei rifiuti (dell'ordine di pochi punti percentuali) e praticamente trascurabile quello associato agli imballaggi (sempre inferiore all'1%).

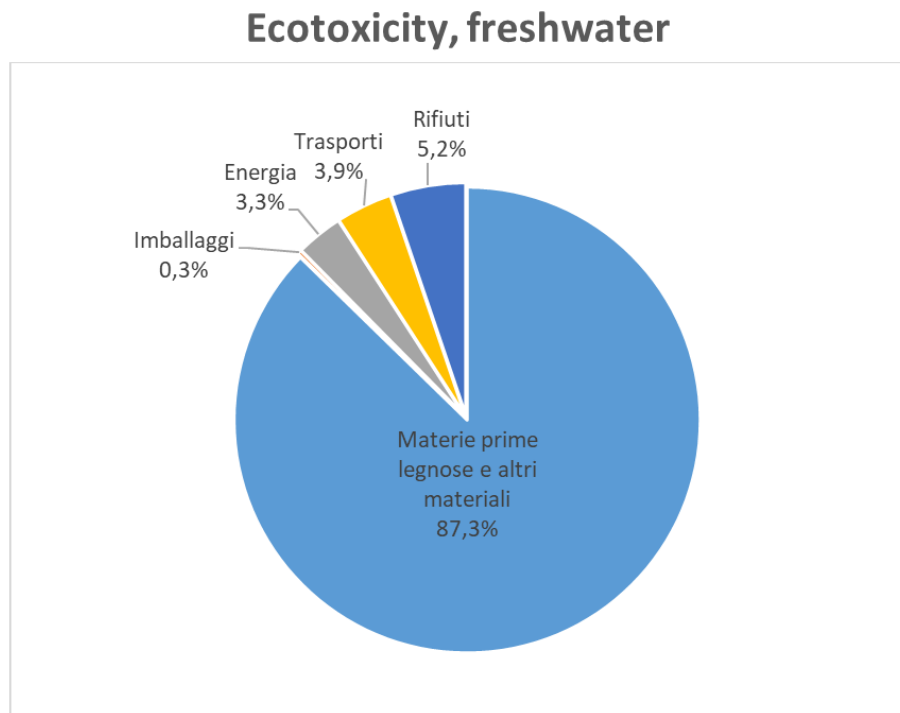


Figura 9. Contributi percentuali dei processi relativi al pavimento in legno per la categoria di impatto Ecotoxicity, freshwater

Resource use, fossils

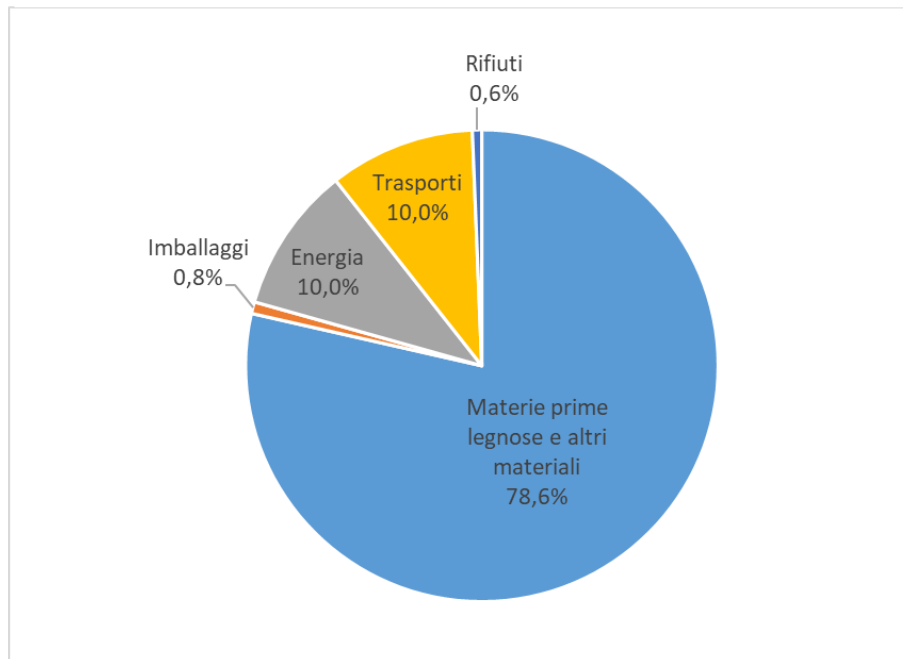


Figura 10. Contributi percentuali dei processi relativi al pavimento in legno per la categoria di impatto Resource use, fossils

Human toxicity, cancer

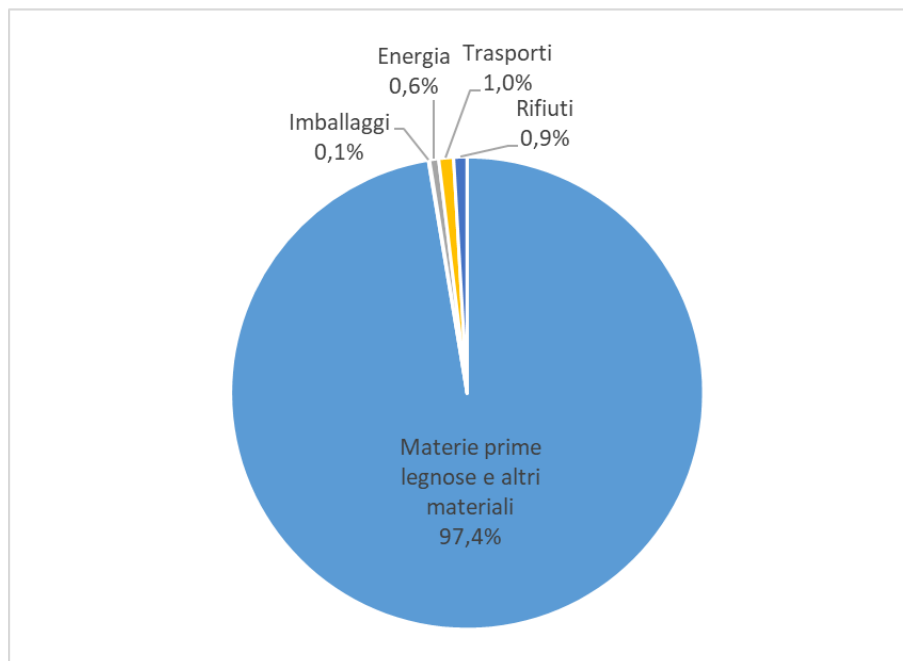


Figura 11. Contributi percentuali dei processi relativi al pavimento in legno per la categoria di impatto Human toxicity, cancer

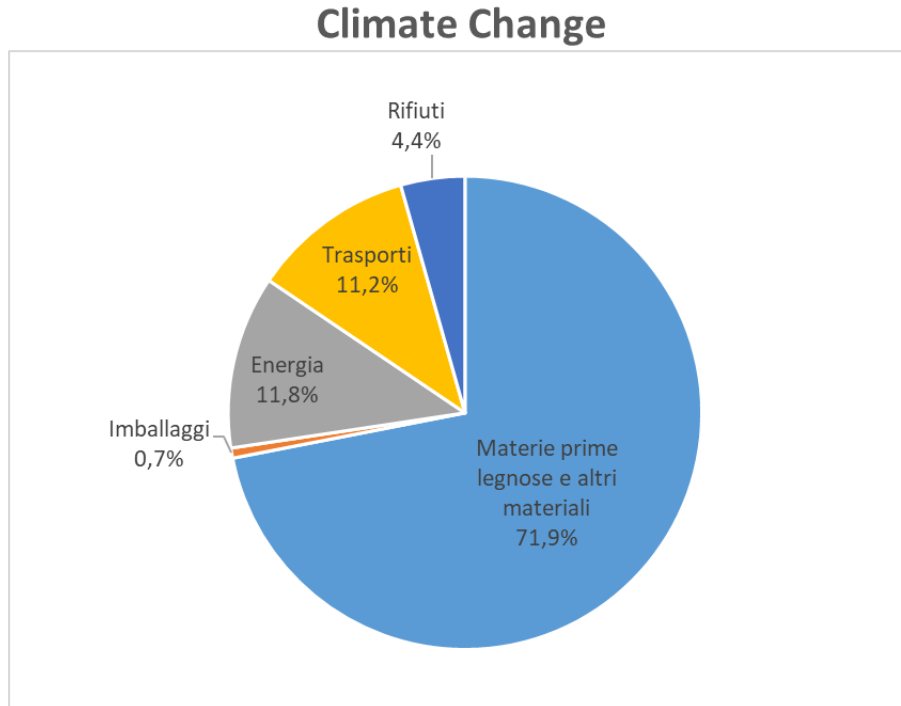


Figura 12. Contributi percentuali dei processi relativi al pavimento in legno per la categoria di impatto Climate change

Conclusioni

Dai risultati dello studio LCA emerge come, avendo identificato gli indicatori di impatto più rilevanti nelle categorie “Ecotoxicity, freshwater”, “Resource use, fossils” e “Climate change”, il processo più significativo in termini di impatto ambientale risulta essere la produzione delle materie prime legnose e degli altri materiali utilizzati nel ciclo di vita del pavimento in legno.

Gli altri processi più rilevanti, con contributi alle diverse categorie di impatto comunque minori, sono rappresentati dalle operazioni di trasporto per l’approvvigionamento delle materie prime e degli altri materiali e dalla produzione/approvvisionamento delle risorse energetiche utilizzate nel ciclo di vita del pavimento in legno, mentre risultano non significativi i contributi forniti dalla gestione dei rifiuti e dagli imballaggi.

Facendo riferimento, a titolo esemplificativo, ad una delle categorie di impatto più rilevanti e anche ormai più note, ovvero “Climate change”, i risultati dello studio hanno evidenziato un impatto complessivo pari a 21,7 kg CO₂eq/m², con 9,5 kg CO₂eq/m² associati alla fase UPSTREAM e 8,6 kg CO₂eq/m² alla fase DOWNSTREAM ed un valore relativo alla produzione delle materie prime legnose e degli altri materiali pari a 15,6 kg CO₂eq/m². Per quanto un confronto con dati di letteratura non sia di facile realizzazione, viste le peculiarità di ogni studio e, in particolare, le differenze nelle specie legnose considerate, i risultati ottenuti risultano essere abbastanza in linea con quelli presentati all’interno di EPD relative a prodotti analoghi (Allwood, 2023) che mostrano valori di impatto dell’ordine di 17-19 kg CO₂eq/m².

I dataset sviluppati a seguito dello studio di filiera, disponibili nella Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>), possono essere considerati rappresentativi per il

contesto italiano e, quindi, funzionali per i diversi soggetti interessati allo sviluppo di studi di LCA a livello nazionale.

Bibliografia

- AIPPL, 2019. Associazione Italiana Posatori Pavimenti in legno. <https://aippl.it/mercato-europeo-del-parquet-2019-e-prospettive-future/>
- Allwood, 2023. Environmental Product Declaration of various engineered wood flooring products. <https://allwoodgrp.com/environmental-product-declaration/#1652899678266-a60771a3-8a22>
- ASTM, 2017. ASTM International. Product category rules for preparing an environmental product declaration for decorative overlays for use on composite wood panels. https://pcr-epd.s3-us-east-2.amazonaws.com/346.PCR_for_Decorative_Overlays.pdf
- EPD, 2021. General Programme Instructions for the International EPD® System, Version 4.0. 2021-03-29. Disponibile online: <https://www.environdec.com/resources/documentation#generalprogrammeinstructions>.
- EPDItaly, 2019. PCR ICMQ-001/15 rev. 2.1 Prodotti da costruzione e servizi per costruzione. Data di emissione: 03/06/2019.
- EPDItaly, 2020. PCR Part B for wood and wood-based products for use in construction: EPDItaly004. https://www.epditaly.it/en/pcr_/pcr-part-b-for-wood-and-wood-based-products-for-use-in-construction-epditaly004/
- FLA, 2020. Rapporto della FederlegnoArredo (anno 2020) “La Filiera del Legno-Arredo Italiana”.
- ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- I LOVE PARQUET, 2019. I LOVE PARQUET MAGAZINE, n. 31, febbraio 2019. Disponibile online: https://www.iloveparquet.com/wp-content/uploads/2019/02/ILP31_2019_F_LINK_2.pdf
- Scrucca F., Frisone F., Rinaldi C., 2023. Studio di filiera dei pavimenti in legno. Rapporto interno progetto Arcadia.
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040:2021. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044:2021. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- UNI EN ISO, 2021c. UNI EN 15804. Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto.
- Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1218–1230 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori e Pant, LU, 2019. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

Studio LCA di filiera del piallaccio di legno



Autori:

Flavio Scrucca, Flavia Frisone, Caterina Rinaldi

ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

Revisione critica interna: Valentina Fantin - ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

Introduzione

Il piallaccio nella sua forma convenzionale (rotolo o foglio), rappresenta un semilavorato e si colloca quindi nella seconda macro-fase della filiera del legno ma, assemblato ad altri semilavorati, contribuisce alla realizzazione di una vasta gamma di pannelli e prodotti finiti per l'intero settore del legno-arredo (arredamento + legno per edilizia).

Secondo FederlegnoArredo (FLA, 2021a), la filiera del legno-arredo nel 2021 ha fatto registrare un fatturato alla produzione di oltre 49 miliardi di euro, contro i 43 circa del 2019 (+14,1%), con esportazioni per un valore di oltre 18 miliardi di euro che hanno confermato la crescita del settore (+20,6% rispetto al 2020). Nello stesso anno, il "sistema pannelli", in cui rientrano i piallacci e impiallacciati, ha invece registrato esportazioni per 884,60 milioni di euro, con una crescita del 31,5% rispetto al 2020 e incrementi per quasi tutti i mercati di riferimento (FLA, 2021b).

A fronte di tali valori, il "sistema pannelli", ovvero il settore della "Fabbricazione di fogli di impiallacciatura e di pannelli a base di legno" (cod. Prodcom Ateco 2007: 16.21.00), mostra un numero di imprese poco superiore a 1.100 (non includendo quelle operanti nel settore dei mobili), per un totale di circa 9.600 addetti (ISTAT, 2019).

In termini di produzione, i soli fogli da impiallacciatura rappresentano il 6% circa della produzione totale del settore di riferimento (ISTAT, 2019) e rientrano pertanto tra i prodotti rappresentativi della filiera nazionale.

Il presente capitolo descrive lo studio LCA di filiera relativo al piallaccio di legno naturale tinto in tutto lo spessore, realizzato a partire da legni di varie specie e provenienze (legni europei, africani, asiatici e americani), in accordo alle indicazioni delle norme UNI 10578 (UNI, 1997) e UNI 10651 (UNI, 1998). Tale piallaccio, prodotto in fogli di lunghezza e larghezza variabili, è utilizzabile sia per l'impiallacciatura mediante incollaggio su apposito supporto stabile (MDF, pannello tamburato, truciolare, multistrato, ecc.), che per la realizzazione di altri prodotti quali compensati, curvati, tavole, masselli, ecc.

Lo studio, svolto secondo la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera, in collaborazione con associazioni, esperti ed imprese del settore, è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) e ha permesso di sviluppare dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Scrucca et al., 2023) all'interno della Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Gruppo di Lavoro di Filiera

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera del piallaccio di legno ha visto la partecipazione di:

- ENEA (F. Scrucca, F. Frisone e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (V. Fantin). Ha inoltre svolto attività di formazione "on the job" sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.
- TABU (A. Tagliabue, P.M. Romito, A. Credaro), che ha fornito i dati primari necessari allo svolgimento dello studio.

TABU produce piallacci naturali tinti e multilaminari e rappresenta un'eccezione italiana nella tecnologia di tintoria del legno, in grado di garantire l'uniformità del colore e la ripetibilità della struttura secondo standard qualitativi non imitabili. L'azienda ha da tempo intrapreso un percorso verso la sostenibilità, strutturato in step progressivi, con gli obiettivi di miglioramento continuo e programmazione di target sempre più ambiziosi, arrivando nel 2021 a compensare completamente le 9.828 tonnellate di CO₂ dei propri processi produttivi attraverso investimenti in progetti per lo sviluppo di energia rinnovabile. La partecipazione al progetto Arcadia e il contributo allo studio di filiera da parte dell'azienda rappresentano un ulteriore passo concreto verso la sostenibilità e sono essenzialmente legati alla volontà di valutazione/miglioramento delle proprie prestazioni ambientali.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- La realizzazione dei dataset "Piallaccio di legno tinto, realizzato con specie legnose di provenienza italiana", "Piallaccio di legno tinto, realizzato con specie legnose di provenienza europea" e "Piallaccio di legno tinto, realizzato con specie legnose di provenienza extra-europea" per l'inserimento nella Banca Dati Italiana LCA di Arcadia, con l'obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università/ricerca) di utilizzarli in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Tali dataset sono accompagnati dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).
- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione "on the job" ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la produzione di piallaccio di legno in fogli per successive applicazioni e l'unità funzionale (UF) utilizzata ai fini dello studio è 1 m² di piallaccio di legno con spessore 0,6 mm. Tale UF è normalmente impiegata nelle valutazioni LCA di prodotti le cui applicazioni hanno specifiche caratteristiche dimensionali quali, ad esempio, una prevalente estensione superficiale a fronte di uno spessore dichiarato, ed è anche in linea con le indicazioni di alcuni documenti metodologici relativi a prodotti analoghi (ASTM, 2017) e a prodotti in legno e a base di legno per l'impiego nelle costruzioni (EPDItaly, 2020; UL Environment, 2019).

Lo studio LCA è stato svolto con approccio "cradle to gate", ovvero un approccio che considera tutti i processi fino al "cancello aziendale" e non le successive fasi di uso e fine vita. Sono quindi escluse eventuali ulteriori lavorazioni/trattamenti eseguiti sul prodotto finito per l'impiallacciatura di supporti, o l'utilizzo del medesimo per la realizzazione di altri prodotti (scelta ritenuta rilevante per le attività delle aziende di produzione del piallaccio e a tutti gli effetti rappresentativa della sua filiera).

È stata esclusa dallo studio la fase di produzione del piallaccio di legno "vergine", visti i dati disponibili relativamente all'approvvigionamento di materie prime nella forma di tranciati pronti per la tintura e, quindi, non sono state considerate tutte le operazioni necessarie all'ottenimento del piallaccio e preliminari alla tintoria (Figura 13).

CONFINI DEL SISTEMA – PIALLACCIO DI LEGNO

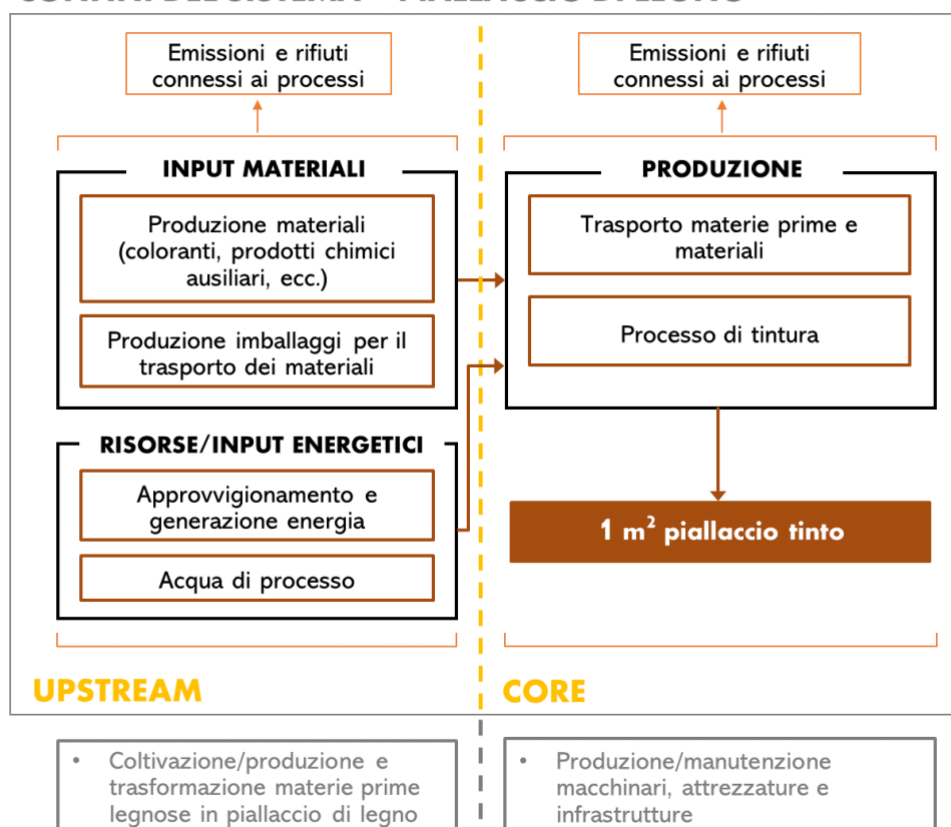


Figura 13. Confini del sistema del processo di produzione del piallaccio di legno

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background. Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019).

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari il GdL di filiera ha selezionato TABU, i cui processi e tecnologie sono stati considerati utili a rappresentare la filiera produttiva del piallaccio di legno a livello nazionale. Sono stati utilizzati esclusivamente dati primari sito-specifici per la modellazione dei processi inclusi nei confini del sistema. I dati raccolti sono relativi all'anno 2022.

La quantità di materie prime legnose in input è stata calcolata considerando la densità media delle diverse specie legnose per ciascuna provenienza geografica e la superficie di riferimento necessaria a produrre 1 m² di piallaccio; pertanto, per le diverse "condizioni geografiche" di approvvigionamento, si hanno valori leggermente differenti del quantitativo di materie prime utilizzato.

Le diverse fasi del processo produttivo sono realizzate in macchinari che, oltre ad energia elettrica, utilizzano anche calore e aria compressa. La produzione di energia termica è stata considerata come realizzata attraverso una caldaia alimentata a metano. Per quanto riguarda l'aria compressa, è invece

stata stimata l'energia elettrica necessaria alla sua produzione attraverso compressori. Per i consumi di energia elettrica è stato considerato l'approvvigionamento esclusivamente dalla rete nazionale. Le emissioni dirette associate al processo produttivo sono state valutate sulla base degli autocontrolli periodici forniti da TABU.

Ai fini della modellazione del sistema e, in particolare di materiali ausiliari e imballaggi, è stato adottato un criterio di cut-off sulla base della massa che ha previsto l'esclusione di tutti quei flussi costituenti meno dello 0,1% del peso complessivo degli stessi materiali (ovvero meno dello 0,0002% del peso totale di tutti gli input al sistema). La modellazione dei processi di trasporto è stata eseguita sulla base delle quantità fisiche (peso trasportato) e delle distanze percorse, ritenute rappresentative delle diverse operazioni della filiera.

Per la modellazione delle operazioni di trattamento dei rifiuti è stato utilizzato l'approccio generale stabilito ai fini delle dichiarazioni ambientali di prodotto dell'International EPD System (EPD, 2021), attribuendo ai materiali destinati a riciclo solo i processi di raccolta e trasporto e non i successivi trattamenti per la produzione di materiale riciclato/secondario e i benefici ambientali derivanti dal suo utilizzo.

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

Facendo riferimento al ciclo di vita di 1 m² di piallaccio di legno realizzato con specie legnose di provenienza italiana (per il piallaccio realizzato con specie legnose europee ed extra-europee si rimanda allo studio di filiera, disponibile sul sito del progetto Arcadia), in Tabella 4 sono riportati i risultati della fase di caratterizzazione indicando esplicitamente il contributo delle fasi UPSTREAM e CORE.

Categoria di impatto	Unità di misura	TOT	UPSTREAM	CORE
Climate change	kg CO2 eq	2,15E+00	1,42E+00	7,34E-01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	2,70E-07	2,64E-07	5,84E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,82E-01	1,70E-01	1,14E-02
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,01E-03	3,65E-03	3,55E-04
Particulate matter	disease inc.	4,22E-08	3,65E-08	5,67E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,63E-08	1,35E-08	2,76E-09
Human toxicity, cancer	CTUh	2,41E-09	2,22E-09	1,90E-10
Acidification	mol H+ eq	6,32E-03	5,89E-03	4,38E-04
Eutrophication, freshwater	kg P eq	4,59E-04	4,03E-04	5,63E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	1,13E-03	1,03E-03	1,05E-04
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	1,13E-02	1,02E-02	1,06E-03
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	2,91E+01	2,57E+01	3,40E+00
Land use	Pt	4,37E+00	3,86E+00	5,08E-01
Water use	m3 depriv.	2,60E+00	2,30E+00	2,92E-01
Resource use, fossils	MJ	3,31E+01	3,21E+01	1,01E+00
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1,47E-05	1,42E-05	4,88E-07

Tabella 4. Risultati di caratterizzazione relativi al piallaccio di legno (UF = 1 m²)

L'analisi dei risultati della fase di normalizzazione è invece riportata in Figura 14 e mostra come le categorie di impatto più rilevanti siano "Ecotoxicity, freshwater" (24% del totale degli impatti normalizzati), "Resource use, fossils" (18%), seguite dalle categorie "Eutrophication, freshwater" (10%), "Climate change" (9%), "Water use" e "Resource use, minerals and metals" (con un contributo dell'ordine del 8-0% circa al totale degli impatti normalizzati).

L'analisi dei risultati derivanti dalla fase di pesatura (per i dettagli si veda il report di filiera, disponibile sul sito di Arcadia) conferma sostanzialmente le categorie più rilevanti in termini di impatto, anche se indica la categoria "Climate change" come più significativa in assoluto e fa emergere anche la categoria "Ozone depletion" come caratterizzata da un impatto considerevole.

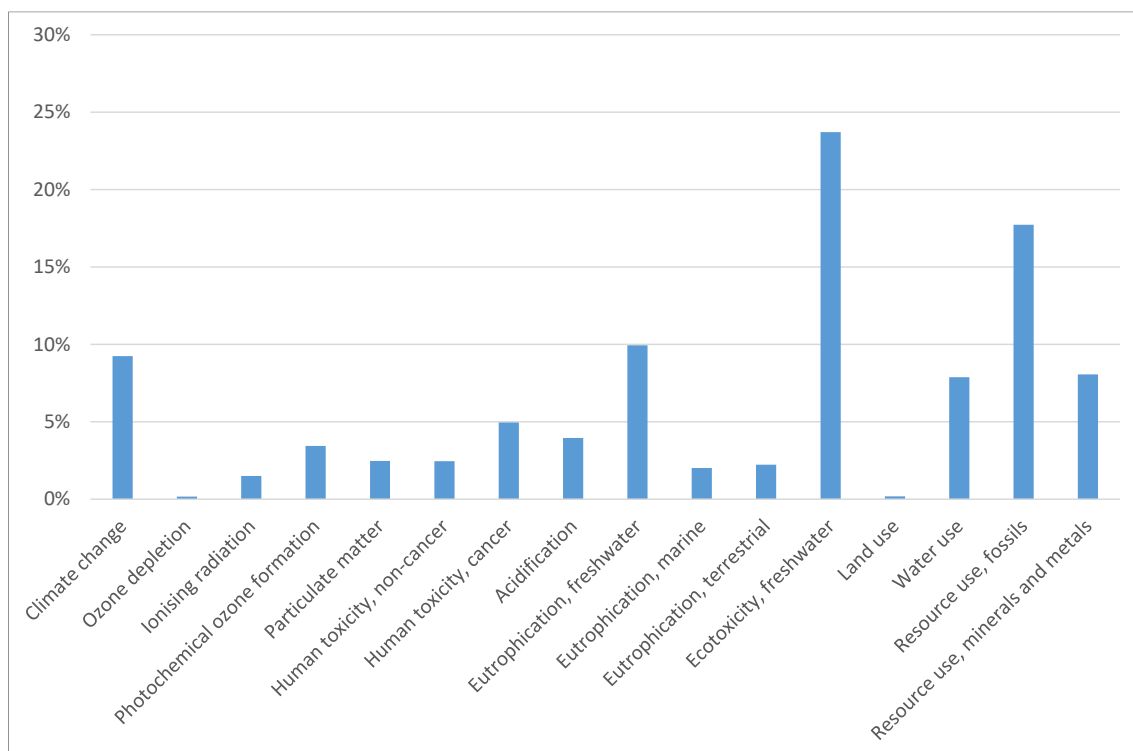


Figura 14. Risultati della normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti per il piallaccio di legno (UF = 1 m²)

In Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18 sono mostrati i contributi percentuali forniti per alcune delle categorie di impatto più rilevanti dai diversi processi che costituiscono il ciclo di vita del piallaccio di legno.

Come si evince dall'analisi dei grafici, la produzione dei materiali utilizzati per la realizzazione del piallaccio tinto (essenzialmente sostanze chimiche) rappresenta il processo più significativo in assoluto, con un contributo agli impatti totali di ciclo di vita variabile tra il 46% e il 75% circa. Il processo di approvvigionamento/produzione dell'energia fornisce invece contributi variabili tra il 12% e il 47% degli impatti totali per le diverse categorie considerate, mentre il processo produttivo vero e proprio del piallaccio mostra un contributo particolarmente rilevante per la categoria "Climate change" (34% circa), essenzialmente a causa della combustione del metano per la generazione del calore necessario nei vari step del processo stesso e del trattamento dei rifiuti di processo.

Ecotoxicity, freshwater

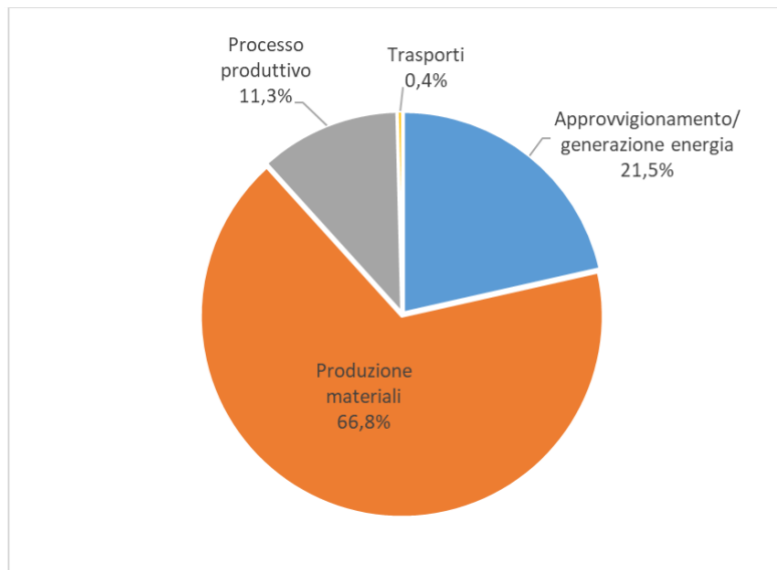


Figura 15. Contributi percentuali dei processi relativi al piallaccio di legno per la categoria di impatto Ecotoxicity, freshwater

Resource use, fossils

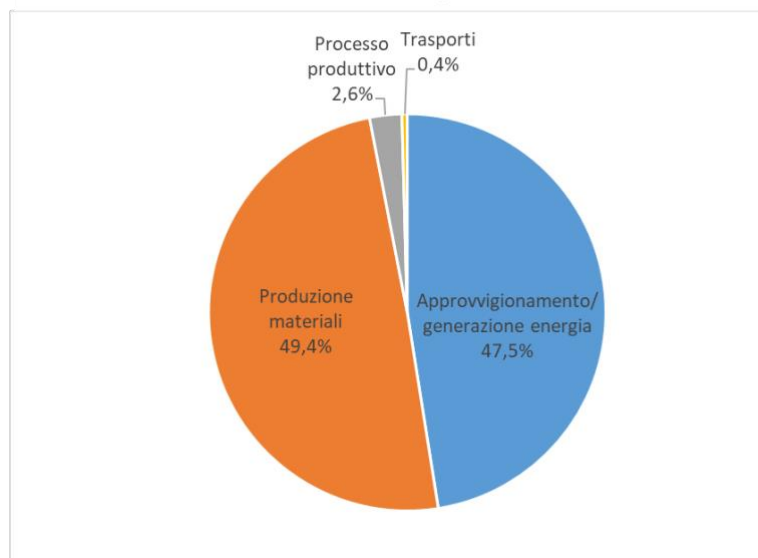


Figura 16. Contributi percentuali dei processi relativi al piallaccio di legno per la categoria di impatto Resource use, fossils

Eutrophication freshwater

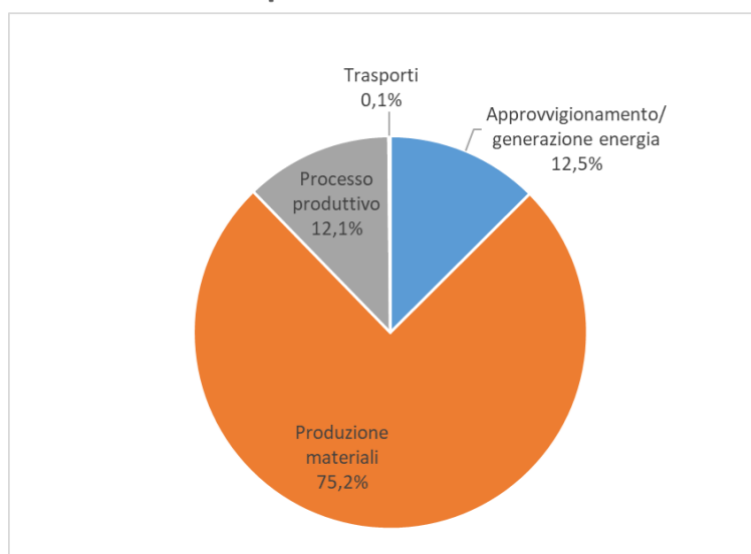


Figura 17. Contributi percentuali dei processi relativi al piallaccio legno per la categoria di impatto Eutrophication, freshwater

Climate Change

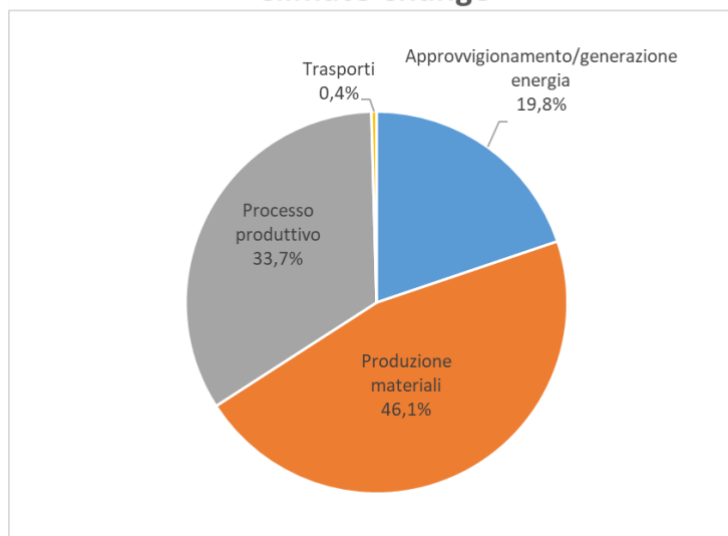


Figura 18. Contributi percentuali dei processi relativi al piallaccio di legno per la categoria di impatto Climate change

Conclusioni

Dai risultati dello studio LCA del piallaccio di legno emerge come le categorie di impatto più rilevanti siano "Ecotoxicity, freshwater" e "Resource use, fossils", seguite dalle categorie "Eutrophication, freshwater", "Climate change", "Water use" e "Resource use, minerals and metals" e, inoltre, come la produzione dei materiali utilizzati per la realizzazione del piallaccio tinto (essenzialmente sostanze chimiche) rappresenti il processo più significativo in termini di impatti totali di ciclo di vita. Gli altri processi più rilevanti sono rappresentati dalla produzione/approvvisionamento delle risorse

energetiche utilizzate nel ciclo di vita del piallaccio di legno e, con particolare riferimento alla categoria “Climate change”, dal processo produttivo vero e proprio.

Nonostante un confronto esteso con la letteratura tecnica e scientifica esistente non sia possibile (a causa della carenza di studi e delle differenze anche sostanziali nelle caratteristiche delle filiere e dei prodotti analizzati), vista la natura dei dati utilizzati, i risultati dello studio possono essere considerati ragionevolmente rappresentativi degli impatti associati ad 1 m² piallaccio tinto prodotto a livello nazionale.

I dataset sviluppati a seguito dello studio di filiera, disponibili nella Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>), possono essere considerati rappresentativi per il contesto italiano e, quindi, funzionali per i diversi soggetti interessati allo sviluppo di studi di LCA a livello nazionale.

Bibliografia

- ASTM, 2017. ASTM International. Product category rules for preparing an environmental product declaration for decorative overlays for use on composite wood panels. https://pcr-epd.s3.us-east-2.amazonaws.com/346.PCR_for_Decorative_Overlays.pdf
- EPD, 2021. General Programme Instructions for the International EPD® System, Version 4.0. 2021-03-29. Disponibile online: <https://www.environdec.com/resources/documentation#generalprogrammeinstructions>.
- EPDIItaly, 2020. PCR Part B for wood and wood-based products for use in construction: EPDIItaly004. https://www.epditaly.it/en/pcr_/pcr-part-b-for-wood-and-wood-based-products-for-use-in-construction-epditaly004/
- FLA, 2021a. FederlegnoArredo - Dati annuali della filiera del Legno-Arredo (anno 201). <https://www.federlegnoarredo.it/it/servizi/centro-studi-dati-e-ricerche/rapporti-e-numeri-di-settore/filiera-legno-arredo-preconsuntivi-2021>
- FLA, 2021b. FederlegnoArredo Sistema Pannelli Import/Export-gennaio/dicembre 2021. <https://www.federlegnoarredo.it/it/associazioni/assopannelli/attivita-e-servizi-per-i-soci/osservatorio-pannelli-e-componenti/dati-import-export>
- ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- ISTAT, 2019. Istituto Nazionale di Statistica, <https://www.istat.it/>
- Scrucca F., Frisone F., Rinaldi C., 2023. Studio di filiera piallaccio di legno. Rapporto interno progetto Arcadia.
- UL Environment, 2019. Product Category Rules Guidance for building-rated products and services. Part B: Structural and Architectural Wood Products EPD Requirements. Disponibile online: https://corrim.org/wp-content/uploads/2021/03/PCRPartB2019e10010-9_1.pdf
- UNI, 1997. UNI 10578:1997 Legno. Piallacci naturali e naturali trattati. Termini e definizioni.
- UNI, 1998. UNI 10651:1998 Legno - Piallacci naturali e naturali trattati - Determinazione delle caratteristiche fisiche
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040:2021. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.

- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044:2021. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1218–1230 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori e Pant, LU, 2019. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

Studio LCA di filiera del banco scolastico monoposto



Autori:

Valentina Fantin¹, Flavia Frisone¹, Alessandra Cecchini², Luigia Petti³, Ioannis Arzoumanidis³, Caterina Rinaldi¹

Revisione critica interna: Flavio Scrucca¹

¹ ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

² Manifaktura S.r.l.

³ Università degli Studi "G. d'Annunzio" Chieti-Pescara

Introduzione

Il settore dei mobili scolastici è strettamente dipendente dagli appalti di acquisto della Pubblica Amministrazione (Green Public Procurement - GPP), per cui l'introduzione nei Criteri Ambientali Minimi (CAM), di aspetti legati a valutazioni di Life Cycle Assessment (LCA) e Life Cycle Costing (LCC) può costituire una leva per la transizione verso il Circular Procurement, che considera in maniera olistica, tramite un approccio di ciclo di vita, gli impatti ambientali e i flussi dei rifiuti dei prodotti. Il criterio di eco-progettazione inserito nell'ultima versione dei CAM degli arredi ha il duplice obiettivo di promuovere la progettazione di prodotti che siano sostenibili lungo l'intero ciclo di vita, dalla fase di progettazione fino alla fine della loro vita utile, favorendo l'utilizzo di risorse rinnovabili e materiali riciclati, e di incentivare la produzione di prodotti riparabili e riciclabili. Negli ultimi anni l'utilizzo dei CAM è aumentato anche da parte degli acquirenti privati che li inseriscono nelle procedure di acquisto per la selezione degli arredi.

Il decreto ministeriale 161 del 14 giugno 2022, che attua la linea di investimento 3.2 "Scuola 4.0: scuole innovative, cablaggio, nuovi ambienti di apprendimento e laboratori" nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, prevede una serie di investimenti per la trasformazione delle aule scolastiche in ambienti di apprendimento innovativi per la creazione di laboratori per le professioni digitali del futuro (Sole24ore, 2023). Grazie alle risorse messe in campo dal decreto e all'applicazione dei CAM, potranno essere realizzati importanti interventi di rinnovamento sostenibili che coinvolgono le scuole, inclusi gli arredi. In quest'ottica, riveste un ruolo molto importante la disponibilità di dati di inventario a livello nazionale per l'effettuazione di studi LCA dei settori produttivi nazionali, compreso quello scolastico.

Il presente capitolo descrive lo studio LCA di filiera sulla "Produzione del banco scolastico monoposto", sviluppato in accordo con la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera ed in collaborazione con associazioni ed imprese del settore legno-arredo scolastico nazionale.

Poiché in letteratura non esistono studi LCA di prodotti analoghi al banco scolastico analizzato, si può affermare che lo studio condotto per il progetto Arcadia, proprio per la sua unicità, riveste ancora più rilevanza per il settore italiano dei mobili scolastici, in ottica di economia circolare e produzione sostenibile. Lo studio LCA di filiera è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) e ha permesso di sviluppare un dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Fantin et al., 2023), presente nella Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Gruppo di Lavoro di Filiera

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera del banco monoposto è composto dai seguenti membri:

- ENEA (V. Fantin, F. Frisone e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (F. Scrucca). Ha inoltre svolto attività di formazione "on the job" sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.
- Manifattura S.r.l. (A. Cecchini), che ha supportato le aziende nella raccolta dei dati primari e fornito supporto come esperta del settore nella fase di inventario dello studio LCA;

- Mobilferro e Arredalascuola, imprese rappresentative del settore (nelle persone rispettivamente di A. Stella e M. Di Biase), che hanno fornito i dati primari per lo svolgimento dello studio.
- Università degli Studi “G. d’Annunzio” Chieti-Pescara (L. Petti, I. Arzoumanidis), che hanno coordinato i rapporti con una ulteriore impresa rappresentativa del settore Vastarredo S.r.l. (nella persona di E. Salvatorelli), la quale ha fornito i dati primari per lo svolgimento dello studio .

Da oltre 50 anni Mobilferro produce mobili finalizzati all’arredo di ambienti scolastici che, grazie alla consulenza di architetti e pedagogisti esperti, sono progettati in modo tale da coniugare le esigenze mutevoli dettate dal campo della formazione e le normative sempre più stringenti in termini di sicurezza e robustezza, senza trascurare l’impatto che gli stessi prodotti possono arrecare all’ambiente. Nei due stabilimenti di Mobilferro (Ficarolo e Trecenta) entrambi situati nella provincia di Rovigo, sono effettuati tutti i processi di lavorazione necessari alla realizzazione dei prodotti finiti, dai tubolari metallici ai pannelli di legno, garantendo un efficace monitoraggio degli standard qualitativi, disponibilità di pezzi di ricambio per la manutenzione del prodotto e prezzi competitivi. L’azienda promuove strategie aziendali che sostengono il tema della sostenibilità ambientale, infatti è particolarmente attenta ai requisiti del rispetto dell’ambiente (ISO 14001, FSC, Ecolabel) e agli aspetti sociali (SA 8000).

Arredalascuola unisce un’esperienza di oltre 50 anni nell’industria dell’arredo per la scuola e per uffici, allo sviluppo di progetti innovativi in grado di coniugare le esigenze del mercato con le necessità dettate dai programmi di sviluppo dei nuovi modelli educativi, nel rispetto dell’ambiente e dell’uomo. L’azienda si distingue nel proprio settore grazie alla proposta di design di prodotti personalizzati, progettati grazie alla collaborazione di esperti di settore.

Vastarredo progetta e commercializza arredi scolastici destinati agli ambienti scolastici pubblici e privati di ogni ordine e grado che riguardano sia gli ambienti interni alle scuole (classi e uffici annessi) che esterni (giochi e componenti per esterno). Lo stabilimento di Vastarredo è situato a Vasto (Chieti) e al proprio interno sono prodotti tutti i componenti necessari per realizzare la vasta gamma dei prodotti finiti che commercializza in Italia e in Europa. L’azienda pone al centro della sua strategia aziendale il rispetto per l’ambiente e la sicurezza tanto da essere stata riconosciuta tra le prime 100 aziende più sostenibili in Italia dal Sustainability Award (<https://sustainabilityaward.it/>).

Le tre aziende, essendo leader nel settore dell’arredo scolastico, sono state scelte come rappresentative per la filiera italiana della produzione del banco scolastico monoposto.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera sono:

- La realizzazione del dataset “Produzione del banco scolastico monoposto”, finalizzato ad incrementare i dataset relativi al settore legno- arredo presenti nella BDI-LCA di Arcadia, per consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università/ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Tale dataset è accompagnato dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).

- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione “on the job” ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la produzione di un banco monoposto destinato all’utilizzo nelle istituzioni scolastiche (scuole superiori), conforme alle norme UNI di riferimento (UNI EN ISO, 2016a, 2016b).

L’unità funzionale è 1 banco monoposto di dimensioni 70 cm*50 cm*76 cm (altezza), di peso 12,60 kg, con funzione di banco scolastico per alunni e durata media pari a 15 anni.

Il banco monoposto è presente in commercio ed è stato ritenuto rappresentativo dal GdL e dalle aziende coinvolte nello studio di filiera come tipologia di banco per uso scolastico, in quanto innovativo sia per le sue caratteristiche tecniche che in ottica di eco-design.

I confini del sistema sono del tipo “dalla culla al cancello” ed includono (Figura 19): la produzione dell’acciaio, del pannello truciolare grezzo, dei fogli laminati HPL, dei listelli per il bordo in faggio e loro trasporto all’azienda che produce il banco monoposto finito; la produzione e assemblaggio del banco monoposto (con i relativi consumi di materiali, energia, acqua per ogni fase), la produzione dei rifiuti, il loro trasporto e trattamento finale e le emissioni dirette in aria.

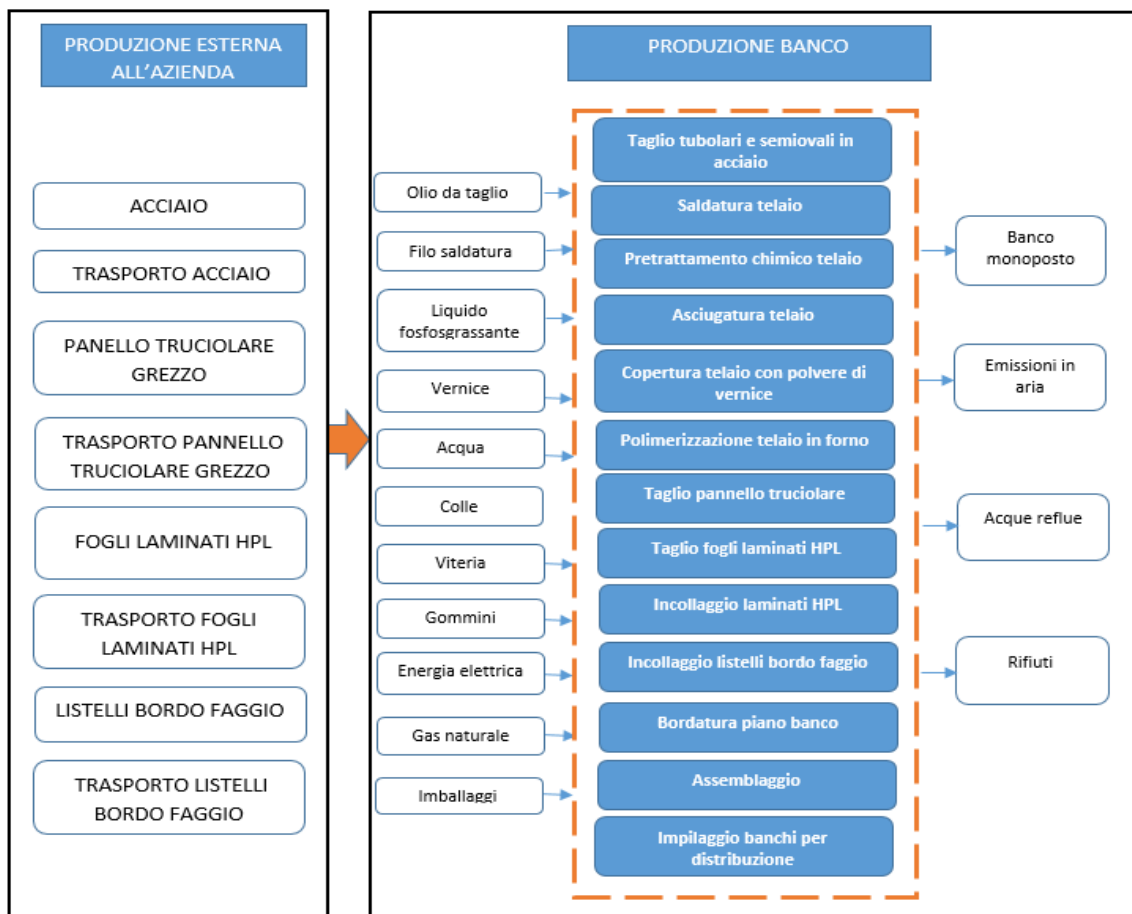


Figura 19. Confini del sistema del processo di produzione del banco monoposto per uso scolastico.

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background. Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1.

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari, il GdL di filiera ha selezionato le aziende Mobilferro, Arredalascuola e Vastarredo, i cui processi produttivi e tecnologie sono stati considerati rappresentativi di una situazione media italiana. I dati raccolti si riferiscono al 2021.

Per quanto riguarda il consumo di acciaio, si è considerato il valore medio dei quantitativi utilizzati da ciascuna azienda coinvolta nello studio. Poiché in entrambe le aziende si realizzano telai anche per altri coprodotti, il consumo di energia per ciascun banco è stato calcolato in funzione della potenza nominale della macchina da taglio, del tempo di lavorazione giornaliero della macchina e del numero di telai prodotti al giorno. I consumi dei materiali ausiliari necessari alla fase del taglio (olio da taglio, acqua per emulsionare l'olio) sono stati calcolati a partire dal consumo annuale degli stessi, rapportati al numero totale di telai per banchi e altri coprodotti prodotti annualmente. Il consumo del filo di saldatura per il telaio del banco è stato calcolato sulla base di misure dirette dell'azienda che realizza questa fase del processo all'interno dello stabilimento. Il consumo del liquido fosfosgrassante e della vernice epossidica per la produzione del telaio è stato calcolato in base al quantitativo medio fornito dalle due aziende (dati primari).

Il piano in legno del banco è composto da un piano truciolare grezzo al quale sono incollati (uno sulla parte superiore e uno sulla parte inferiore) due laminati HPL e una bordatura di listelli di faggio lungo tutto il perimetro del piano. La produzione del laminato HPL è stata modellata sulla base delle specifiche tecniche dichiarate dall'EPD relativa a "PRINT HPL (High Pressure Laminate) Thin" (ABET LAMINATI S.p.A., 2021), e si è considerata la media dei quantitativi forniti direttamente dalle aziende coinvolte. Il consumo energetico necessario per la sezionatura del piano truciolare grezzo e per il taglio dei laminati HPL è stato calcolato in funzione della potenza nominale delle rispettive macchine da taglio e del numero di piani e laminati prodotti in un'ora per il solo banco. Il consumo dei listelli in faggio è stato calcolato sulla base dei dati primari forniti dalle aziende; i relativi consumi energetici per la smussatura sono stati calcolati in funzione della potenza nominale della macchina e del numero di piani di banco rifilati in un'ora (misura diretta riferita dalle aziende). Per la fase d'incollaggio dei listelli di faggio, si sono considerate le medie dei quantitativi di colle e di energia fornite dalle due aziende, mentre per la fase di incollaggio dei laminati HPL si sono considerati i quantitativi di colle ed energia di una sola azienda in quanto verificati e validati dagli esperti di settore. La colla utilizzata per l'incollaggio dei listelli di bordo faggio è di tipo EVA (Etilene-Vinil-Acetato) in forma granulare; la colla utilizzata per l'incollaggio dei laminati HPL è un adesivo a base di polivinilacetato (PVA) in dispersione acquosa (colla vinilica). I consumi energetici per l'incollaggio di entrambe le fasi sono stati calcolati in funzione della potenza nominale di ciascuna macchina e del numero di laminati e listelli di faggio incollati in un'ora.

Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica, si sono considerati quelli per il taglio dei tubolari e dei semiovali di acciaio, per la saldatura, per la movimentazione della catenaria, per la verniciatura, per la sezionatura del pannello truciolare grezzo e dei fogli di laminato HPL, per l'incollaggio dei laminati HPL e dei listelli in faggio al piano truciolare, per la bordatura, per l'assemblaggio del telaio al piano in legno del banco ed infine per la movimentazione dei banchi finiti attraverso muletti. Il consumo è stato calcolato a partire dalla potenza nominale dei macchinari, il tempo di lavorazione giornaliero e il numero totale di banchi prodotti giornalmente o all'ora o il numero totale di prodotti aziendali (banchi e altri coprodotti) realizzati giornalmente o all'ora.

Per le fasi di asciugatura dei telai prima della verniciatura e di polimerizzazione della vernice in forno, si è considerata una caldaia alimentata a gas naturale, ed il relativo consumo del combustibile è stato calcolato a partire dal consumo di gas naturale giornaliero e dal quantitativo del numero di banchi prodotti giornalmente.

Per calcolare la quantità di acqua utilizzata per il lavaggio dei macchinari (acqua di rete) si è considerato il consumo annuale delle aziende e il numero totale di telai verniciati annualmente.

In accordo con il GdL, non si è considerato alcun tipo di imballo per il banco monoposto finito e pronto per la fase di distribuzione, in quanto esso è impilato e trasferito direttamente al cliente finale senza alcuna forma di imballo.

Per quanto riguarda i materiali di finitura, si sono considerati 6 viti in acciaio e 4 gommini in polipropilene ed il relativo peso; per ognuno dei materiali utilizzati è stato incluso il relativo imballaggio.

Per le emissioni dirette in aria, si sono considerate quelle rilevate ai camini delle cappe sovrastanti le operazioni di lavaggio con liquido fosfosgrassante e verniciatura. Gli scenari di smaltimento dei rifiuti di plastica e carta sono stati costruiti in base alle informazioni presenti in ISPRA (2020), attribuendo a ciascun materiale una percentuale di recupero energetico, riciclo e discarica, escludendo i benefici dell'energia prodotta durante il processo di termovalorizzazione ed i benefici ottenuti dal riciclo dei materiali (carta, plastica). Il trattamento di fine vita degli scarti ferrosi derivanti dal taglio dei tubolari in acciaio non è stato considerato, in quanto essi sono generalmente venduti dalle aziende e assumono quindi un valore economico positivo secondo l'approccio del General Programme Instructions dell'International EPD System (EPD International, 2021). Infine, le acque utilizzate per i lavaggi dei macchinari dopo l'applicazione del liquido fosfosgrassante e per emulsionare l'olio da taglio sono smaltite in fogna o in appositi centri di smaltimento. La quantità di acqua smaltita è stata considerata pari alla quantità in entrata utilizzata per i lavaggi di cui sopra (dati primari).

Per i trasporti dei componenti, dei materiali e degli imballaggi si sono utilizzate distanze medie derivanti da dati primari forniti dalle aziende coinvolte nello studio, considerando le distanze tra di loro e i propri fornitori.

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

La Tabella 5 riporta i risultati di caratterizzazione per il sistema analizzato relativi alla produzione di 1 banco monoposto suddivisi tra: risultati totali, risultati relativi alla fase di produzione e trasporto delle barre di acciaio, del pannello truciolare grezzo, dei fogli di laminato HPL, dei listelli di faggio e alla fase di produzione del banco monoposto all'interno dello stabilimento produttivo.

Categoria di impatto	Unità	Totale	Produzione acciaio, truciolare, laminato HPL, listelli di faggio	Produzione banco monoposto
Climate change	kg CO2 eq	1,85E+01	1,58E+01	2,70E+00
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,42E-06	1,07E-06	3,52E-07
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,09E+00	9,38E-01	1,48E-01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	8,34E-02	7,79E-02	5,51E-03
Particulate matter	disease inc.	1,12E-06	1,06E-06	5,80E-08
Human toxicity, non-cancer	CTUh	3,22E-07	3,01E-07	2,11E-08
Human toxicity, cancer	CTUh	1,03E-07	9,97E-08	3,74E-09
Acidification	mol H+ eq	7,49E-02	6,67E-02	8,19E-03
Eutrophication, freshwater	kg P eq	8,16E-03	7,75E-03	4,11E-04
Eutrophication, marine	kg N eq	1,83E-02	1,67E-02	1,54E-03
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	1,93E-01	1,78E-01	1,59E-02
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	4,01E+02	3,73E+02	2,73E+01
Land use	Pt	4,04E+02	3,98E+02	5,22E+00
Water use	m3 depriv.	6,46E+00	5,75E+00	7,07E-01
Resource use, fossils	MJ	2,47E+02	2,02E+02	4,51E+01
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	7,12E-05	6,30E-05	8,20E-06

Tabella 5. Risultati di caratterizzazione relativi alla produzione di 1 banco monoposto: impatto totale, produzione acciaio, pannello truciolare, fogli laminati HPL, bordo faggio e produzione banco monoposto

L'analisi dei risultati derivanti dalla normalizzazione sono riportati in Figura 20, che mostra come le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di 1 banco monoposto siano "Ecotoxicity, freshwater" (25% sul totale dei risultati di normalizzazione), "Human toxicity, cancer" (16%), "Eutrophication, freshwater" (13%), "Resource use, fossils" (10%), "Climate change" (6%), "Photochemical ozone formation" (5%) e "Particulate" (5%).

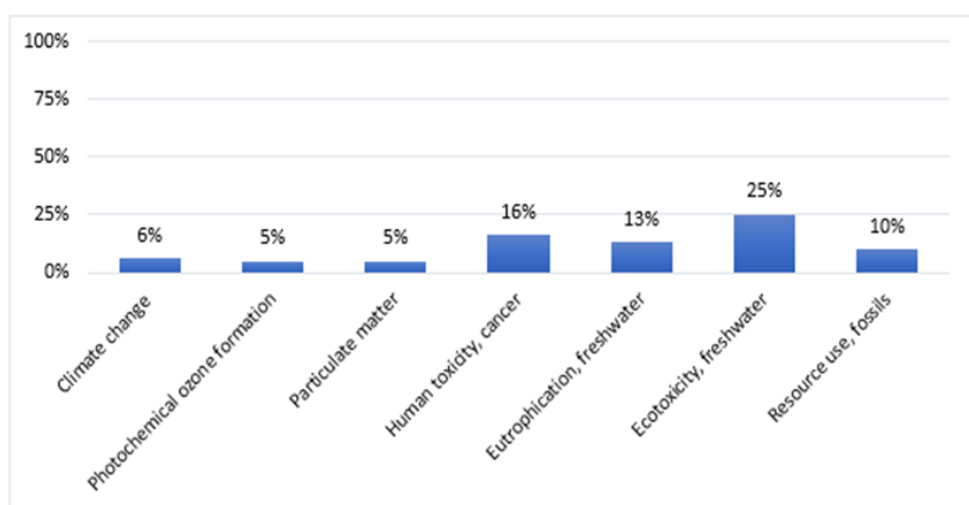


Figura 20. Risultati di normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di un banco monoposto

Analizzando le categorie di impatto più significative e i processi principali che costituiscono il ciclo di vita della produzione del banco monoposto (Figura 21, Figura 22, Figura 23, Figura 24), si evidenzia come la produzione dei tubolari in acciaio per il telaio del banco contribuisca per tutte le categorie d'impatto per una percentuale che oscilla tra il 60,3% e il 67,3%. Altri processi particolarmente rilevanti rispetto al totale dei risultati di caratterizzazione e normalizzazione, sono la produzione del pannello truciolare grezzo e la produzione dei fogli laminati di HPL (per questo ultimo il contributo più elevato è rappresentato dalla carta kraft in essi contenuta). Il contributo del pannello truciolare grezzo varia dal 9,3% per la categoria "Eutrophication, freshwater" al 20,8% nella categoria "Human toxicity, cancer"; il contributo dei laminati HPL varia dal 9,6% nella categoria "Human toxicity, cancer" al 17,8% nella categoria "Eutrophication, freshwater". Per quanto riguarda i trasporti, gli impatti più rilevanti sono dovuti a quelli della fase di pre-produzione che oscillano tra lo 0,2% della categoria "Human toxicity, cancer" al 3,0% della categoria "Climate change". La produzione dei gommini e delle viti fornisce un contributo che oscilla tra il 1,3% nella categoria "Eutrophication, freshwater" ed il 2,8% nella categoria "Human toxicity, cancer". Il contributo associato al consumo di gas naturale per la produzione di energia termica ammonta al 6,7% nella categoria "Climate change" e all'8,0% in "Resource use, fossils" (per i dettagli si veda il report di filiera, disponibile sul sito di Arcadia); il consumo di energia elettrica contribuisce per una percentuale pari al 4,33% sempre nella categoria "Resource use, fossils", ed infine la vernice contribuisce per un valore inferiore al 3% in tutte le categorie di impatto più significative.

Ecotoxicity, freshwater

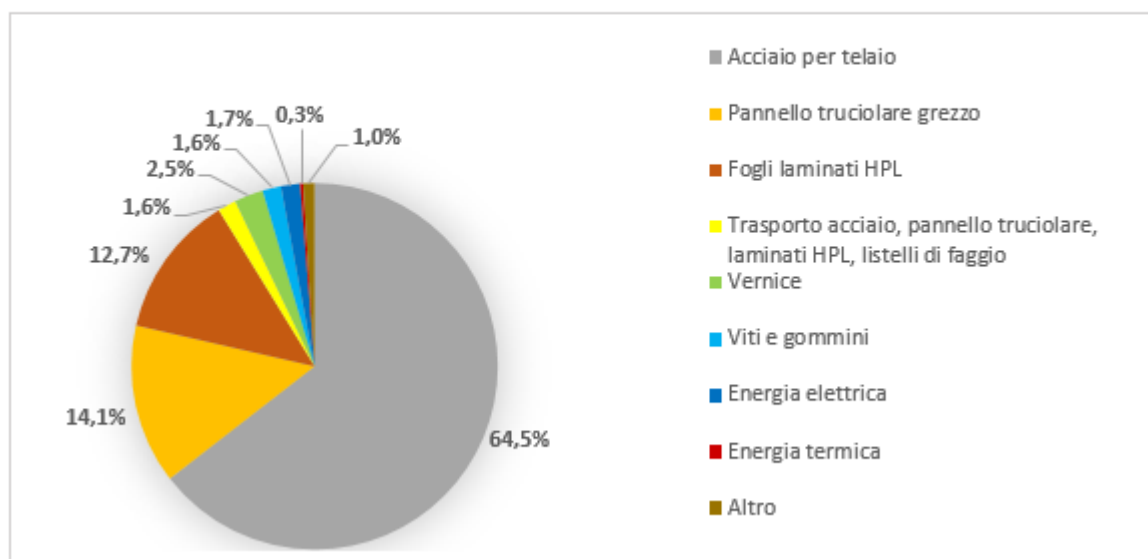


Figura 21. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Ecotoxicity, freshwater

Human toxicity, cancer

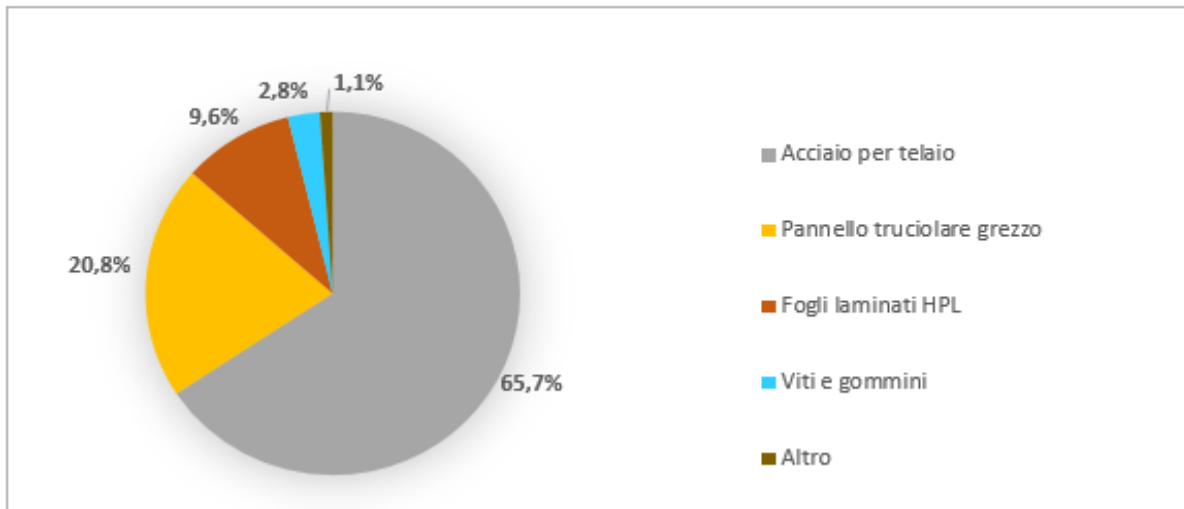


Figura 22. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Human toxicity, cancer

Eutrophication, freshwater

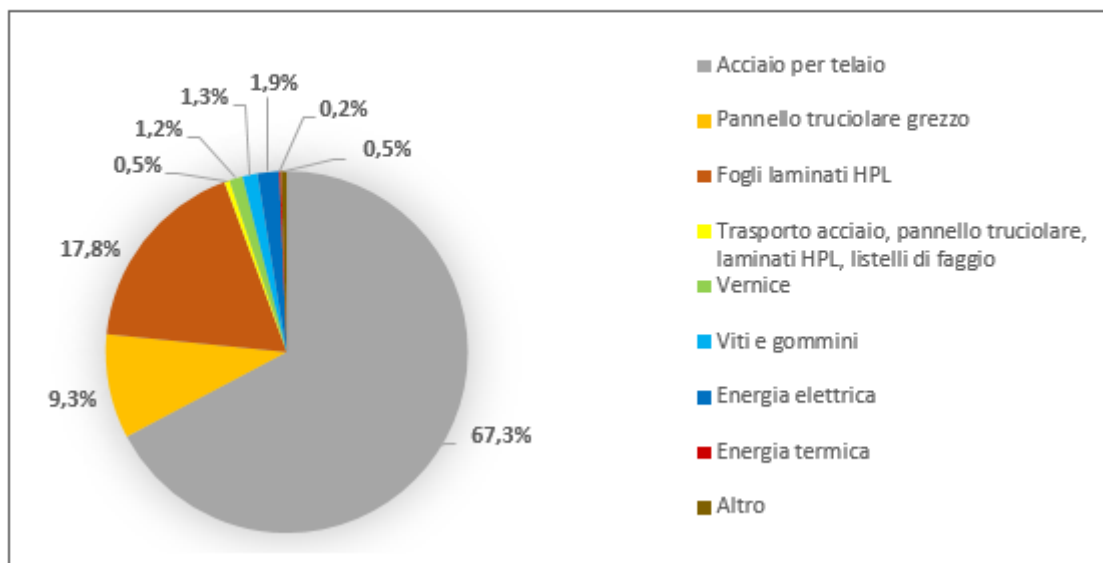


Figura 23. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Eutrophication, freshwater

Climate change

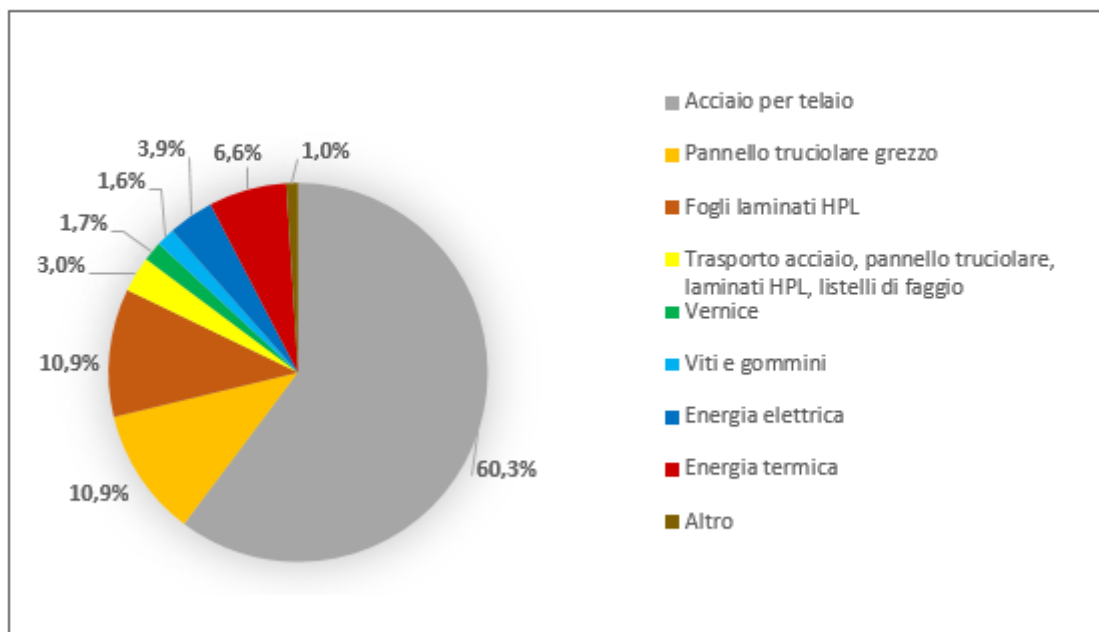


Figura 24. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Climate change

Conclusioni

Dallo studio LCA di filiera relativo alla produzione del banco monoposto è stato sviluppato il relativo dataset, disponibile nella Banca Dati LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>). Lo studio LCA di filiera è stato svolto sulla base di dati primari raccolti in modo dettagliato presso alcune imprese i cui processi produttivi e tecnologie sono state considerate dal GdL di filiera rappresentative di una situazione media italiana. Dai risultati dello studio LCA emerge come la fase di produzione dell'acciaio per i tubolari in acciaio è preponderante in tutte le categorie di impatto più significative, seguito dalla produzione del ripiano truciolare grezzo, dei due laminati HPL e dei relativi trasporti per giungere al cancello dell'azienda. Il trasporto di altri materiali ausiliari, la produzione dei gommini e delle viti, l'utilizzo della caldaia combinata e la gestione dei rifiuti contribuiscono in modo meno rilevante alle categorie di impatto più significative.

Il dataset sviluppato può essere utilizzato come fonte di dati rappresentativi del contesto italiano per sviluppare studi di LCA da parte delle imprese del settore. Infine, per la Pubblica Amministrazione esso può costituire una base di dati utile (ad esempio il valore del "Climate change") da utilizzare in valutazioni di Life Cycle Assessment e Life Cycle Costing finalizzate allo sviluppo di criteri premianti da applicare ai bandi pubblici di acquisto del settore arredi scolastici.

Bibliografia

- ABET LAMINATI S.p.A., 2021. PRINT HPL (High Pressure Laminate) Thin. Environmental Product Declaration. EPDItaly Registration Number: EPDITALY0064, 14/09/2021
- EPD International, 2021. General Programme Instructions for the International EPD® System, Version 4.0. 2021-03-29.
- Fantin V., Frisone F., Rinaldi C., Cecchini A., Petti L., Arzoumanidis I., 2023. Studio di filiera del banco monoposto. Rapporto interno progetto Arcadia.
- ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- ISPRA, 2020. Rapporto Rifiuti Urbani edizione 2020. Rapporti 331/2020. ISBN 978-88-448-1030-6.
- Sole24ore, 2023. Scuola, dal Pnrr 2,1 miliardi per arredi e tecnologie, <https://www.ilsole24ore.com/art/scuola-pnrr-21-miliardi-arredi-e-tecnologie-AECNpzyB>
- UNI EN ISO, 2021. UNI EN ISO 14040:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- UNI EN ISO, 2016a. UNI EN 1729-1- Mobili - Sedie e tavoli per istituzioni scolastiche - Parte 1: Dimensioni funzionali.
- UNI EN ISO, 2016b. UNI EN 1729-2: - Mobili - Sedie e tavoli per istituzioni scolastiche - Parte 2: Requisiti di sicurezza e metodi di prova.
- Wernet et al., 2016. Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int. J. Life Cycle Assess.* <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori e Pant, LU, 2019. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

Studio LCA di filiera della seduta monoscocca curvata per arredo scolastico



Autori:

Valentina Fantin¹, Flavia Frisone¹, Alessandra Cecchini², Caterina Rinaldi¹

Revisione critica interna: Flavio Scrucca¹

¹ ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

² Manifattura S.r.l.

Introduzione

La filiera del legno-arredo italiana è una filiera economica integrata che parte, a monte, dalla materia prima e, attraverso una serie di trasformazioni e lavorazioni, genera un flusso di prodotti ad alto valore aggiunto in cui l'output di un settore diventa input per un altro, per giungere infine al prodotto finito, in gran parte realizzato sul territorio. L'input iniziale arriva dalla produzione di legno dalle foreste italiane oltre che dalle importazioni di legno dai Paesi tipicamente produttori di latifoglie e legni pregiati europei, americani e tropicali; successivamente il legno viene lavorato dalle aziende che si occupano delle prime lavorazioni. Da qui nascono i semilavorati destinati alle costruzioni o alla realizzazione di prodotti finiti dell'arredamento, delle finiture per edilizia, degli imballaggi. Il settore legno-arredo si compone di due comparti principali: il settore arredamento, di cui fa parte la filiera dei mobili scolastici, e quello del legno per edilizia.

Per filiera dei mobili scolastici si intende l'insieme delle aziende che si occupano della realizzazione e fornitura di prodotti, materiali, componenti, processi o servizio necessari ai produttori di mobili scolastici per realizzare i loro manufatti a partire da semilavorati quali ad esempio i pannelli in truciolare o in multistrato. Il mobile scolastico è costituito da diverse tipologie di materiali (es. pannello a base legno, acciaio verniciato) che sono lavorati separatamente per poi essere assemblati nel prodotto finito.

Il mercato dell'arredo scolastico vale in Italia circa 40 milioni di euro, con una percentuale di export pari a circa il 5% del fatturato totale (Assodidattica, 2019). L'intero comparto conta circa 1000 addetti se si considerano solamente le aziende produttrici di arredi scolastici, mentre sono molti di più se si considerano le aziende dell'indotto e di semilavorati che servono il settore, come ad esempio le aziende produttrici di pannelli a base legno o le aziende che producono macchine per la lavorazione dei pannelli stessi.

Poiché il settore dei mobili scolastici è strettamente dipendente dagli appalti di acquisto della Pubblica Amministrazione (Green Public Procurement - GPP), l'introduzione nei Criteri Ambientali Minimi (CAM), di aspetti legati a valutazioni di Life Cycle Assessment (LCA) e Life Cycle Costing (LCC), anche in un'ottica di eco-progettazione, può diventare un fattore molto rilevante per le imprese del settore e per la transizione verso il Circular Procurement, che considera in maniera olistica, tramite un approccio di ciclo di vita, gli impatti ambientali e i flussi dei rifiuti.

Tra gli arredi scolastici più rappresentativi, nonché i più rilevanti in termini di quantitativi di vendita, vi sono sicuramente le sedute. Le sedie scolastiche presenti in commercio per l'arredo scolastico possono assumere forme e materiali vari, dalla seduta tutta in legno a quella tutta in plastica, ma quelle più comunemente usate sono le classiche impilabili con telaio in tubolari in acciaio e seduta e schienale in legno di faggio o in plastica. Le sedie variano in altezza in funzione della loro destinazione d'uso; le superfici devono presentarsi lisce, tutti gli angoli devono essere smussati nel rispetto delle normative antinfortunistiche e devono essere munite di tappi a cuffia antisdrucchiolo e antirumore.

Il presente capitolo descrive lo studio LCA di filiera sulla "Produzione della seduta monoscaocca curvata per arredo scolastico", sviluppato in accordo con la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera ed in collaborazione con associazioni, esperti ed imprese del settore legno-arredo scolastico. Lo studio LCA di filiera è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a;

UNI EN ISO, 2021b) e ha permesso di sviluppare un dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Fantin et al., 2023), presente nella Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Gruppo di Lavoro di Filiera

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera della seduta monoscocca curvata è composto da:

- ENEA (V. Fantin, F. Frisone e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (F. Scrucca). Ha inoltre svolto attività di formazione “on the job” sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.
- Manifattura S.r.l. (A. Cecchini), che ha supportato le aziende nella raccolta dei dati primari e fornito supporto come esperta del settore nella fase di inventario dello studio LCA;
- Mobilferro e Arredalascuola, imprese rappresentative del settore (nelle persone rispettivamente di A. Stella e M. Di Biase), che hanno fornito i dati primari per lo svolgimento dello studio.

Mobilferro, con le sue due sedi a Ficarolo e Trecenta (RO) è operativa fin dagli anni ‘50 nella produzione di mobili scolastici destinati agli ambienti educativi a partire dall’infanzia. Nei due stabilimenti avvengono tutti i processi di lavorazione delle parti metalliche e del legno; essendo produttrice diretta dei propri arredi, l’azienda possiede numerosi vantaggi in termini di controllo e mantenimento degli standard qualitativi, disponibilità di pezzi di ricambio nel tempo e capacità di offrire la merce a prezzi particolarmente vantaggiosi. L’azienda è particolarmente attenta al tema della sostenibilità, che è sempre stato centrale nelle strategie aziendali adottate.

Arredalascuola possiede un’esperienza di oltre 50 anni nell’industria del mobile per la scuola e per l’ufficio ed è inoltre attiva nello sviluppo di progetti per l’innovazione, anche dal punto di vista della sostenibilità ambientale, riguardanti il mobile scolastico e gli ambienti ad esso connessi. L’azienda si pone sul mercato in modo unico con progetti personalizzati, grazie anche alla collaborazione con esperti del settore.

Entrambe le aziende sono perciò leader nel settore dei mobili scolastici e sono state scelte come rappresentative per la filiera italiana della produzione della seduta scolastica.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- La realizzazione del dataset “Produzione seduta monoscocca curvata”, per l’inserimento nella Banda Dati Italiana LCA di Arcadia, con l’obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università/ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Tale dataset è accompagnato dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).
- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione “on the job” ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la produzione di una seduta monoscaocca curvata destinata all'uso nelle istituzioni scolastiche (scuole superiori), conforme alle norme UNI di riferimento (UNI EN, 2016a, 2016b). L'unità funzionale è 1 seduta monoscaocca curvata con telaio in acciaio e schienale in legno di faggio, di dimensioni 40 cm*40 cm*46 cm (altezza), di peso 4,632 kg, con funzione di seduta per alunni e durata media pari a 15 anni. Alle quattro estremità dei tubolari che costituiscono i piedi della seduta, sono applicate quattro cuffie in plastica antisdrucchiolo e antirumore. La seduta monoscaocca è realizzata con legno multistrato in faggio sagomato e curvato con bordi arrotondati di raggio minimo pari a 2 mm. La monoscaocca è fissata al telaio attraverso viti in acciaio.

La seduta analizzata è presente in commercio ed è stata ritenuta rappresentativa dal GdL e dalle aziende coinvolte nello studio di filiera come tipologia di seduta per uso scolastico, in quanto innovativa sia per le sue caratteristiche tecniche che in ottica di eco-design. I confini del sistema sono "dalla culla al cancello" e includono (Figura 25): la produzione del telaio grezzo in acciaio e della monoscaocca curvata in legno multistrato in faggio (esterne all'azienda) e il loro trasporto all'azienda che produce la seduta finita; la produzione e assemblaggio della seduta monoscaocca curvata (con i relativi consumi di materiali, energia, acqua per ogni fase), la produzione dei rifiuti, il loro trasporto e trattamento finale e le emissioni dirette in aria.

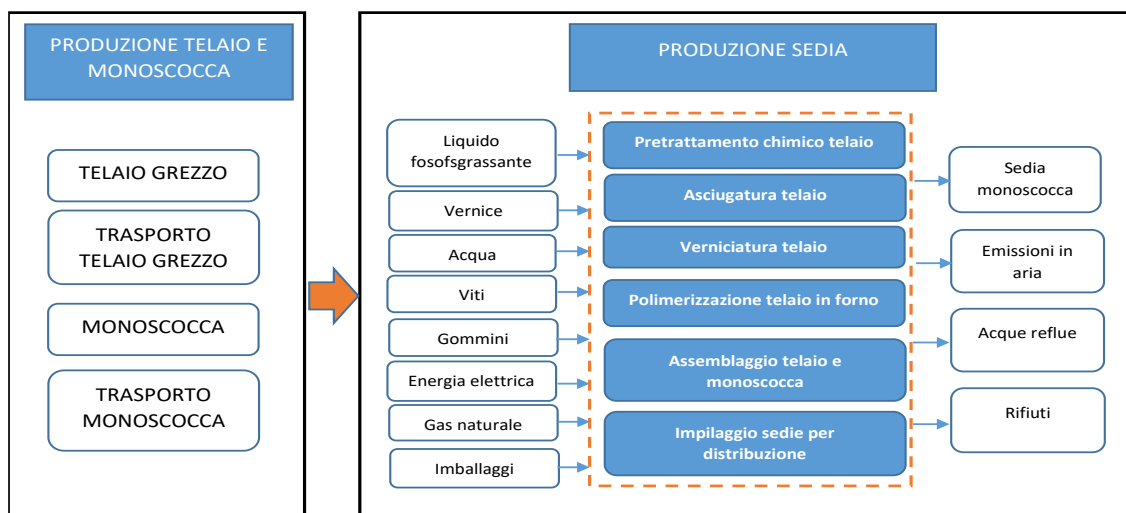


Figura 25. Confini del sistema del processo di produzione della sedia monoscaocca curvata.

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background. Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1.

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari il GdL di filiera ha selezionato le aziende Mobilferro e Arredalascuola, i cui processi produttivi e tecnologie

sono stati considerati rappresentativi di una situazione media italiana. I dati raccolti si riferiscono al 2021.

La fase di produzione del telaio grezzo è stata modellata utilizzando dati primari provenienti da aziende dello stesso gruppo industriale delle aziende coinvolte nello studio, le quali producono telai per sedie scolastiche con le stesse tecnologie e gli stessi processi di lavorazione di quella in esame. Poiché la monoscocca è generalmente acquistata esternamente come componente, la sua produzione è stata modellata utilizzando dati calcolati disponibili presso gli esperti di settore, a partire dalle tecnologie più appropriate.

Considerando i consumi annuali delle aziende coinvolte e il numero totale di telai prodotti annualmente, si sono calcolate le quantità di acciaio, olio da taglio, liquido fosfosgrassante, filo di saldatura e di acqua da rete per la produzione del telaio. Per il consumo di vernice epossidica si è considerato il valore misurato dalle aziende.

Le emissioni in aria durante la fase di saldatura sono state calcolate considerando quelle in uscita dai camini delle cappe sovrastanti le operazioni di saldatura, e considerando il numero di telai per sedie prodotti in un'ora.

Per quanto riguarda i consumi di energia elettrica per le varie fasi della lavorazione (movimentazione della catenaria per la verniciatura, verniciatura attraverso pistole elettrostatiche, assemblaggio di telaio e monoscocca e movimentazione delle sedie finite), si sono considerate le potenze nominali dei macchinari, il tempo di lavorazione giornaliero, e il numero totale di sedie e altri coprodotti prodotti giornalmente o all'ora. Per le fasi di asciugatura dei telai e di polimerizzazione della vernice in forno, si è considerata una caldaia alimentata a gas naturale. Per il lavaggio dei macchinari si è utilizzata acqua di rete.

In accordo con il GdL, non si è considerato alcun tipo di imballo per la seduta monoscocca finita e pronta per la fase di distribuzione.

Per quanto riguarda i materiali di finitura, si sono considerati 4 viti in acciaio e 4 gommini in polipropilene ed il relativo peso. Infine, per ognuno dei materiali utilizzati è stato incluso il relativo imballaggio.

Per le emissioni dirette in aria, si sono considerate quelle rilevate ai camini delle cappe sovrastanti le operazioni di lavaggio con liquido fosfosgrassante e verniciatura. Gli scenari di smaltimento dei rifiuti di plastica e carta sono stati costruiti in base alle informazioni presenti in ISPRA (2020), attribuendo a ciascun materiale una percentuale di recupero energetico, riciclo e discarica, escludendo i benefici dell'energia prodotta durante il processo di termovalorizzazione e i benefici ottenuti dal riciclo dei materiali. La quantità di acqua smaltita in fogna o in appositi centri di smaltimento è stata considerata pari alla quantità in entrata utilizzata per i lavaggi di cui sopra (dati primari).

Per i trasporti dei componenti, dei materiali e degli imballaggi si sono utilizzate distanze medie derivanti da dati primari forniti dalle aziende coinvolte nello studio.

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

La Tabella 6 riporta i risultati di caratterizzazione per il ciclo di vita della produzione di 1 seduta monoscocca curvata, ed indica inoltre il contributo derivante dalla produzione del telaio grezzo e della monoscocca e della fase di produzione della seduta.

Categoria di impatto	Unità	Totale	Produzione telaio e monoscocca	Produzione seduta
Climate change	kg CO2 eq	8,65E+00	88%	12%
Ozone depletion	kg CFC11 eq	7,61E-07	82%	18%
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,58E+00	97%	3%
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	4,07E-02	95%	5%
Particulate matter	disease inc.	6,14E-07	96%	4%
Human toxicity, non-cancer	CTUh	1,37E-07	92%	8%
Human toxicity, cancer	CTUh	4,01E-08	92%	8%
Acidification	mol H+ eq	4,22E-02	93%	7%
Eutrophication, freshwater	kg P eq	4,43E-03	96%	4%
Eutrophication, marine	kg N eq	1,12E-02	95%	5%
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	1,17E-01	95%	5%
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,87E+02	94%	6%
Land use	Pt	4,65E+02	100%	0%
Water use	m3 depriv.	4,12E+00	95%	5%
Resource use, fossils	MJ	1,33E+02	87%	13%
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	3,11E-05	89%	11%

Tabella 6. Risultati di caratterizzazione relativi alla produzione di 1 seduta monoscocca curvata: impatto totale, produzione telaio e monoscocca e produzione seduta.

L'analisi dei risultati di normalizzazione (Figura 26), mostra come le categorie di impatto più rilevanti siano "Ecotoxicity, freshwater" (23% sul totale dei risultati di normalizzazione), "Eutrophication, freshwater" (14%), "Human toxicity, cancer" (12%), "Resource use, fossils" (11%), "Climate change" (6%), "Photochemical ozone formation" (5%) e "Particulate" (5%). Dai risultati di Tabella 6 emerge inoltre come la fase di produzione del telaio grezzo e della monoscocca sia quella preponderante in tutte le categorie di impatto più significative.

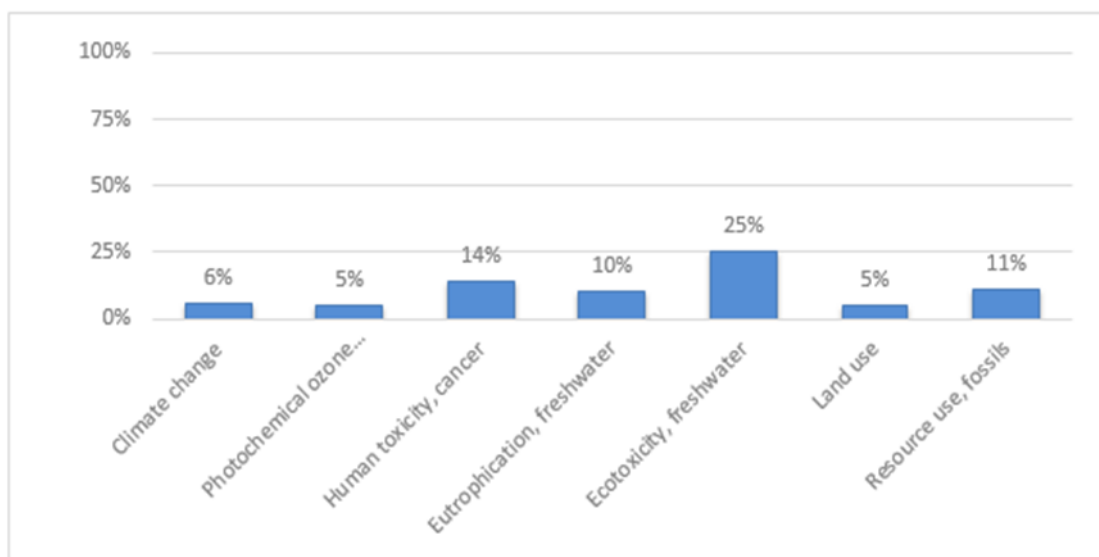


Figura 26. Risultati della normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di una seduta monoscocca curvata

In Figura 27, Figura 28, Figura 29, Figura 30 sono mostrati i contributi percentuali dei diversi processi che costituiscono il ciclo di vita della produzione della seduta monoscocca curvata in alcune delle categorie di impatto più rilevanti. La categoria “Climate change”, seppur non tra le più rilevanti, è stata inserita per la sua importanza a livello globale. Come si evince dall’analisi dei grafici, la produzione di acciaio per il telaio fornisce il contributo più significativo nelle categorie “Ecotoxicity, freshwater” (43,9% del totale degli impatti), “Human toxicity, cancer” (53,7%) e “Climate change” (40,9%). La produzione del pannello per la monoscocca contribuisce per il 36,2% al totale degli impatti della categoria “Ecotoxicity, freshwater”, per il 36,9% alla categoria “Human toxicity, cancer”, per il 27,7% a “Resource use, fossils” e per il 20% a “Climate change”. Il consumo di energia elettrica per la fase di produzione e assemblaggio della seduta fornisce un contributo pari al 10% in “Ecotoxicity, freshwater”, al 27% in “Resource use, fossils” e al 20,2% in “Climate change”. Gli altri processi del ciclo di vita (vernici, trasporti, viti e gommini) contribuiscono in modo non significativo alle categorie di impatto analizzate.

Ecotoxicity, freshwater

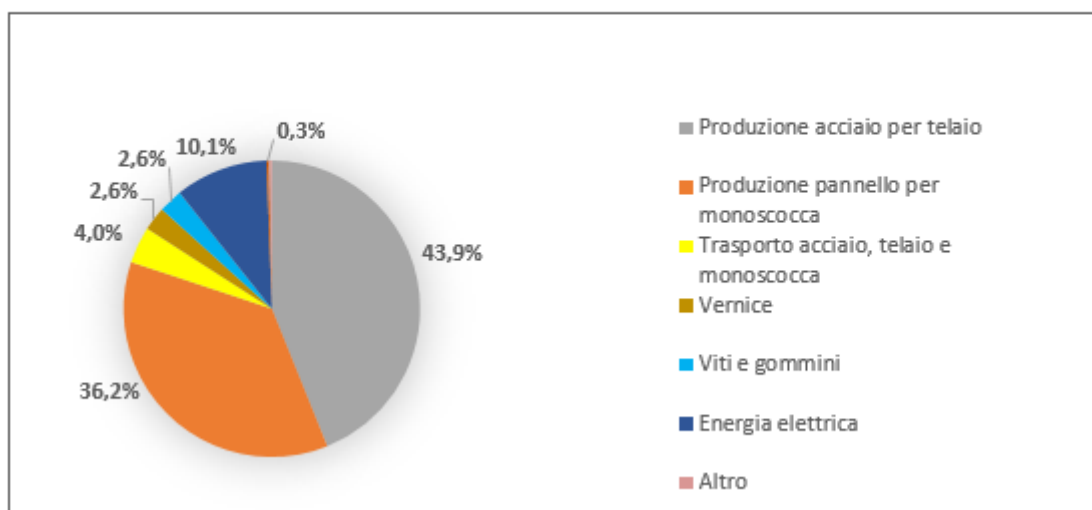


Figura 27. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di una seduta monoscocca curvata per la categoria di impatto Ecotoxicity, freshwater

Human toxicity, cancer

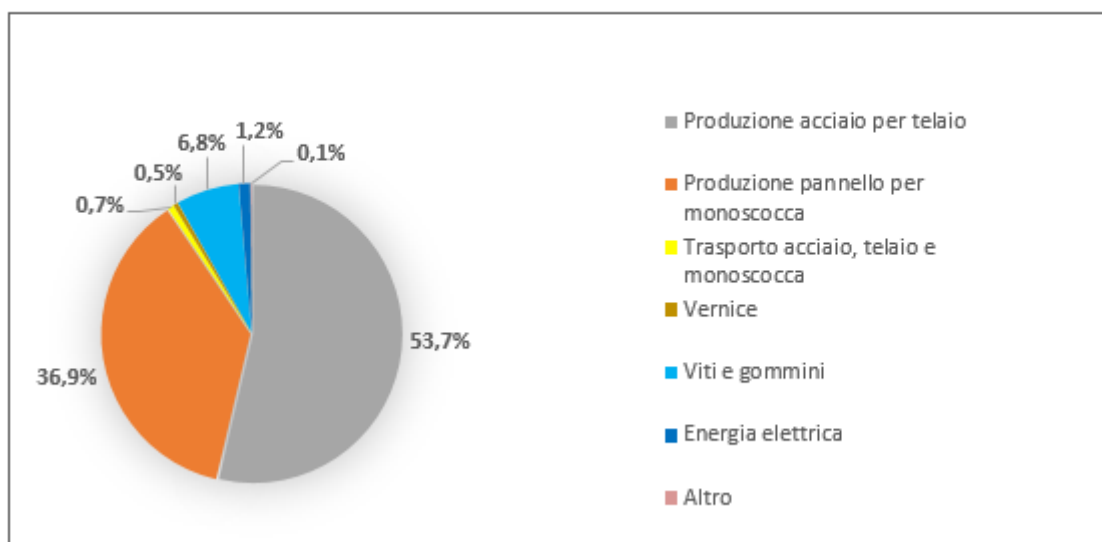


Figura 28. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di una seduta monoscocca curvata per la categoria di impatto Human toxicity, cancer

Resource use, fossils

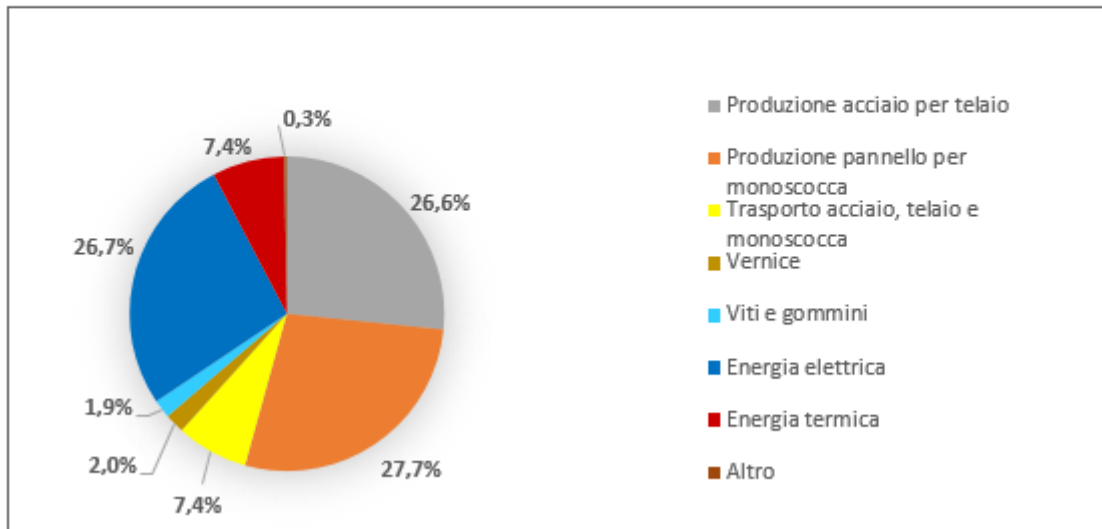


Figura 29. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di una seduta monoscocca curvata per la categoria di impatto Resource use, fossils

Climate change

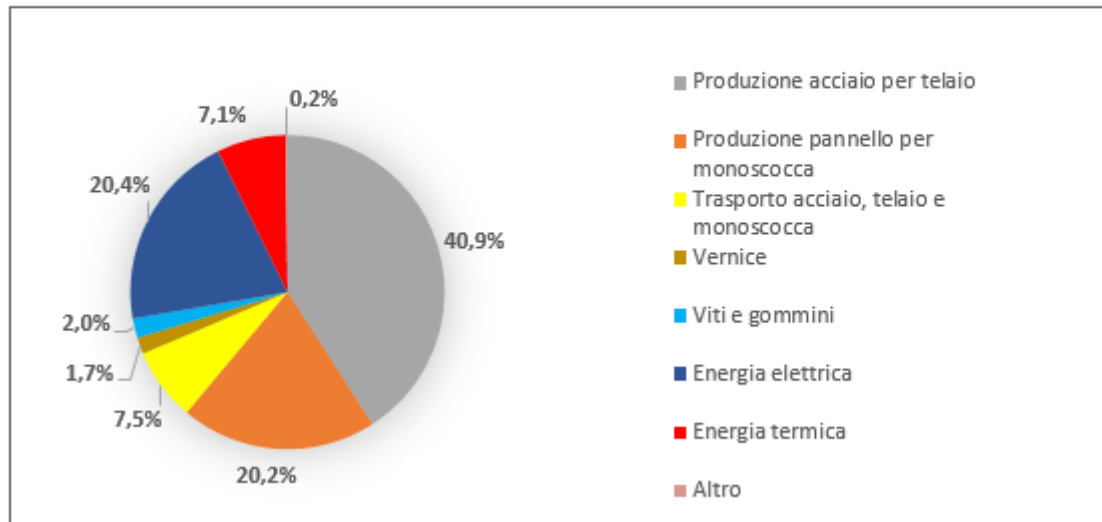


Figura 30. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di una seduta monoscocca curvata per la categoria di impatto Climate change

Conclusioni

Dai risultati dello studio LCA emerge come la fase di produzione dell'acciaio del telaio grezzo e, subito a seguire, del pannello multistrato in faggio della monoscocca causino i maggiori impatti sulle categorie di impatto più significative. Dallo studio di filiera è stato sviluppato il relativo dataset, disponibile nella Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>).

Il dataset potrà essere utilizzato come fonte di dati rappresentativi del contesto italiano per sviluppare studi di LCA, anche a supporto dell'eco-design, confrontando ad esempio sedute costituite da materiali diversi nell'arredo di una scuola. Poiché in letteratura non esistono, a nostra conoscenza, studi LCA di sedute monoscoche simili a quella in esame, si può affermare che lo studio LCA condotto per il progetto Arcadia, proprio per la sua unicità, riveste ancora più rilevanza per il settore italiano dei mobili scolastici, in ottica di economia circolare e produzione sostenibile.

Bibliografia

Assodidattica, 2019. Report interno (riservato).

Fantin V., Frisone F., Rinaldi C., Cecchini A., 2023. Studio di filiera della seduta monoscoeca curvata. Rapporto interno progetto Arcadia.

ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>

ISPRA, 2020. Rapporto Rifiuti Urbani edizione 2020. Rapporti 331/2020. ISBN 978-88-448-1030-6.

UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.

UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.

UNI EN, 2016a. UNI EN 1729-1- Mobili - Sedie e tavoli per istituzioni scolastiche - Parte 1: Dimensioni funzionali.

UNI EN, 2016b. UNI EN 1729-2: - Mobili - Sedie e tavoli per istituzioni scolastiche - Parte 2: Requisiti di sicurezza e metodi di prova.

Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1218–1230 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>

Zampori e Pant, LU, 2019. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

Studio LCA di filiera dei pannelli in compensato di tutto pioppo



Autori:

Valentina Fantin¹, Caterina Rinaldi¹, Flavia Frisone¹, Alessandra Cecchini², Francesco Balducci², Alessandro Carzaniga^{3*}, Marcello Missaglia³

Revisione critica interna: Patrizia Buttol¹

¹ ENEA, Dipartimento Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei sistemi produttivi e territoriali

² Manifattura S.r.l

³ Missaglia&associati

* Da luglio 2021 è presso Conlegno

Introduzione

Il settore del legno-arredo è tra i più trainanti della manifattura italiana con un fatturato, nel 2017, di oltre 40 mld € ed il coinvolgimento di oltre 76 mila imprese e 318 mila addetti (Assopannelli/FederlegnoArredo, 2018). Tra i vari settori del legno-arredo, la filiera del pioppo e dei suoi derivati rappresenta in Italia un'eccellenza riconosciuta a livello internazionale. Tra i suoi molteplici usi, il pioppo è materia prima di eccellenza per la produzione di pannelli compensati e rappresenta pertanto un elemento fondamentale della filiera foresta-legno. I risultati dell'inventario degli impianti di arboricoltura da legno in Italia realizzato dal CREA (Corona et al., 2018) stimano che la filiera da produzione di legno di pioppo ha particolare rilevanza nel sistema legno e nel comparto legno-arredo nazionale, la quale annovera oltre 10 mila imprese che praticano la pioppicoltura su più di 46.000 ettari. Il settore dei pannelli in legno o a base di legno nel nostro Paese è garantito dall'attività di circa 1.100 addetti, per una produzione annuale di pannelli compensati di pioppo di circa 400.000 - 450.000 m³ (dati nazionali FederlegnoArredo, 2010) (Assopannelli/FederlegnoArredo, 2018). Le attività si trovano in prevalenza nel Nord Italia con la massima concentrazione in Lombardia (32%), seguita da Veneto (15%) ed Emilia-Romagna (11%); al centro troviamo percentuali meno significative che si attestano intorno al 5% tra Marche, Abruzzo e Campania. Il grado di concentrazione del settore è molto elevato ed in crescita: il 14% delle imprese (grandi) copre oltre il 70% del mercato.

Tra gli elementi più rappresentativi della filiera si riscontrano i pannelli di compensato, che sono pannelli a base di legno costituiti da un assemblaggio di strati incollati secondo il senso delle venature in strati adiacenti solitamente posti ad angolo retto tra loro (UNI EN, 2000).

Il compensato di pioppo è utilizzato prevalentemente nel settore dell'arredamento ma il suo ventaglio di applicazione si estende anche nell'industria dei trasporti (allestimento di caravan e componentistica per auto e allestimenti di barche), nel settore dei giocattoli, nell'edilizia, nella realizzazione di attrezzi per lo sport (anime degli sci ecc.). La destinazione di impiego del pannello di pioppo varia in funzione del processo produttivo adottato (tipo di adesivo, sbiancatura, ignifugazione), della composizione del pannello (stratificazione e difettosità degli sfogliati usati) e della scelta del clone; alcuni di essi presentano caratteristiche fisiche che per colore e densità li rendono più adatti al settore dell'arredamento, altri ad impieghi strutturali (Castro et al., 2014).

Il presente capitolo descrive lo studio LCA di filiera sui "Pannelli in compensato di tutto pioppo", sviluppato in accordo con la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera ed in collaborazione con associazioni, esperti ed imprese del settore legno-arredo. Lo studio LCA di filiera è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) ed ha permesso di sviluppare un dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Fantin et al., 2022), presente nella Banca Dati Italiana LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Gruppo di Lavoro di Filiera

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera del pannello in compensato di tutto pioppo è composto da:

- ENEA (V. Fantin, F. Frisone e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (P. Buttol). Ha inoltre svolto attività di formazione "on the job" sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.

- Manifattura S.r.l. (A. Cecchini e F. Balducci), che ha supportato le aziende nella raccolta dei dati primari e fornito supporto come esperti del settore nella fase di inventario dello studio LCA.
- Missaglia&associati (A. Carzaniga e M. Missaglia), che ha garantito il supporto come esperto di settore nella fase di inventario dello studio LCA e fornito alcuni dati secondari, in collaborazione con Università degli Studi di Napoli.
- Brivio Compensati S.p.A., impresa rappresentativa del settore (nella persona di A. Brivio), che ha fornito i dati primari per lo svolgimento dello studio.

Brivio Compensati S.p.A. è una società produttrice di pannelli in compensato operante in questo settore dal 1929. L'azienda ha iniziato la sua attività producendo pannelli in compensato ottenuti dalla lavorazione del legno di pioppo che ancora oggi viene in parte coltivato in pioppeti di proprietà e in parte acquistato da aziende che si trovano per la maggior parte in un raggio di 100 km dall'azienda. Oltre ai pannelli in solo pioppo, l'azienda produce anche pannelli che contengono sfogliati di altri legnami (es. okume, teak, ecc.) che provengono anche da paesi extraeuropei. Col passare degli anni, l'azienda, vista anche la sua conoscenza tecnica, si è specializzata nella produzione di qualsiasi tipo di assemblato facendo della qualità e della flessibilità dei prodotti i suoi punti di forza. Ad oggi l'azienda esporta più del 60% della sua produzione totale nei principali paesi europei ed anche extraeuropei e può essere considerata un'eccellenza del settore.

L'azienda è perciò leader nel settore nazionale della produzione del pannello in compensato di tutto pioppo ed è stata scelta come rappresentativa per la filiera italiana della produzione del pannello in compensato di tutto pioppo.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- La realizzazione del dataset "Pannello in compensato di tutto pioppo, alla produzione", per l'inserimento nella Banda Dati Italiana LCA di Arcadia, con l'obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università/ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Tale dataset è accompagnato dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).
- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione "on the job" ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la produzione del pannello medio italiano in compensato di tutto pioppo destinato all'utilizzo negli arredi sia domestici che scolastici (es. ripiani ad ante di mobili oppure per scrivanie e banchi scolastici) e per veicoli ricreazionali (camper, caravan).

L'unità funzionale è 1 m³ di pannello in compensato di tutto pioppo di varie dimensioni, spessori e strati. La densità media del pannello è pari a 400 kg/m³. Tale unità funzionale è stata utilizzata in vari studi identificati nella letteratura esistente e, inoltre, è ritenuta più idonea anche dalle aziende e dagli esperti di settore coinvolti nello studio di filiera.

Il flusso di riferimento è rappresentato da 1 m³ di pannello in compensato di tutto pioppo.

I confini del sistema sono "dalla culla al cancello" e includono (Figura 31): la produzione dei tronchi, che comprende la gestione del pioppeto, la fase di esbosco e il trasporto dei tronchi fino all'azienda produttrice; la produzione dei pannelli in pioppo, che include la scortecciatura, la sfogliatura e la movimentazione dei tronchi, l'essiccazione degli sfogliati, l'incollaggio, la pressatura e la finitura; la produzione dei rifiuti, il loro trasporto e trattamento; le emissioni in aria relative alla combustione di metano e legna nella caldaia e quelle provenienti dai camini delle cappe delle spalmatrici. Per ogni fase del processo produttivo sono stati considerati i consumi di materiali, energia, acqua, le emissioni e la produzione dei rifiuti.

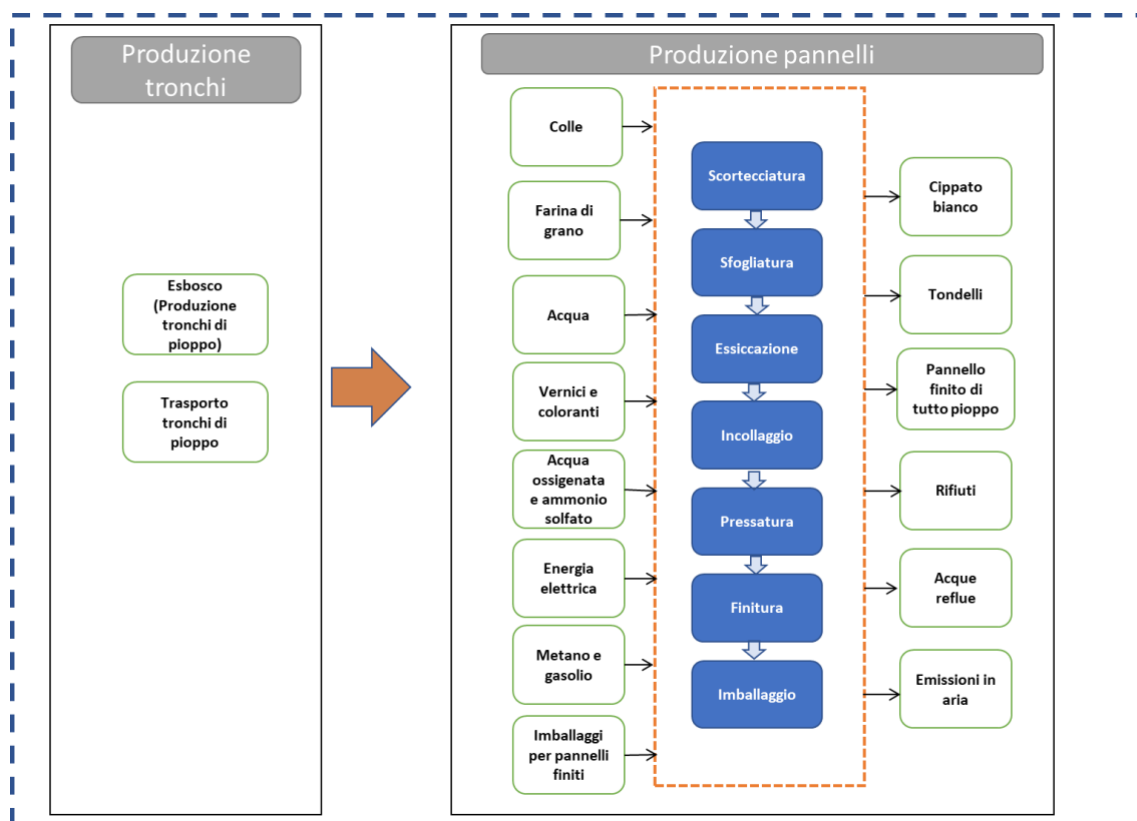


Figura 31. Confini del sistema del processo di produzione del pannello in compensato di tutto pioppo.

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background. Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1.

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari il GdL di filiera ha selezionato l'azienda Brivio Compensati S.p.A., i cui processi produttivi e tecnologie sono stati considerati rappresentative di una situazione media italiana. La modellazione del sistema analizzato è stata eseguita facendo ricorso sia a dati primari disponibili a livello di filiera, raccolti presso

l'impresa coinvolta nel GdL, e riferiti alla produzione di pannelli in compensato di tutto pioppo degli anni 2018, 2019, 2020 dell'azienda, che a dati di letteratura e/o di settore (Saulino e Saracino, 2020; Deidda, 2018), rappresentativi della filiera italiana del pannello in compensato di tutto pioppo e delle tecnologie in essa impiegate.

Poiché durante la produzione dei pannelli di compensato in tutto pioppo sono prodotti anche pannelli costituiti da pioppo e altri tipi di legname, tondelli e cippato bianco che sono venduti all'esterno, e corteccia, si è effettuata un'allocazione in massa su tutti i dati forniti dall'azienda, per attribuire tutti i flussi di input e di output al solo pannello di pioppo.

Si sono considerati i consumi di acqua ossigenata, colle, vernice, colorante per le colle per produrre il pannello, e per la loro modellazione si sono utilizzate le schede tecniche e le schede di sicurezza fornite dall'azienda coinvolta nello studio di filiera, in modo da valutarne la composizione.

Per quanto riguarda l'energia elettrica, essa è stata modellata utilizzando il mix elettrico nazionale a media tensione. Si è inoltre considerato che il calore prodotto per le operazioni interne (essiccazione degli sfogliati, funzionamento delle presse, riscaldamento dei tronchi nella stagione invernale e riscaldamento dello stabilimento) sia prodotto tramite una caldaia combinata (alimentata sia a metano che a biomassa). Inoltre, si è considerato che le movimentazioni interne (muletti, ruspe, trattori) avvengano tramite mezzi di movimentazione alimentati a gasolio o elettrici. In accordo col GdL e con l'azienda coinvolta, si è considerato che l'acqua utilizzata per la caldaia provenga in parte da pozzo e in parte da rete e che l'acqua di lavaggio dei tronchi e dei mezzi/macchinari, sia pari ad un 5% dell'acqua utilizzata per la caldaia e le colle. Si sono considerati i materiali di imballaggio (travetto in legno, cartone, reggetta, angolare, film estensibile), ciascuno con la propria quantità misurata dall'azienda.

Per calcolare le emissioni dirette in aria rilevate ai camini delle cappe sovrastanti le operazioni di spalmatura, si è considerato il tempo di lavoro giornaliero delle due spalmatrici e il numero di giorni lavorativi annuali.

Per i trasporti dei componenti, dei materiali e degli imballaggi si sono utilizzate distanze medie derivanti da dati primari forniti dall'azienda coinvolta nello studio.

Gli scenari di smaltimento dei rifiuti di plastica e carta sono stati costruiti in base alle informazioni presenti in ISPRA (2020), attribuendo a ciascun materiale una percentuale di recupero energetico, riciclo e discarica, escludendo i benefici dell'energia prodotta durante il processo di termovalorizzazione e i benefici ottenuti dal riciclo dei materiali. La quantità di acqua smaltita in fogna o in appositi centri di smaltimento è stata considerata pari alla quantità in entrata utilizzata per i lavaggi (dati primari).

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

La Tabella 7 riporta i risultati di caratterizzazione per il ciclo di vita della produzione 1 m³ di pannello in compensato di tutto pioppo, suddivisi tra risultati totali, risultati relativi alla fase di produzione e trasporto dei tronchi e alla fase di produzione dei pannelli all'interno dello stabilimento produttivo.

Categoria di impatto	Unità	Totale	Produzione tronchi	Produzione pannelli
Climate change	kg CO ₂ eq	5,47E+02	6,33E+01	4,84E+02

Categoria di impatto	Unità	Totale	Produzione tronchi	Produzione pannelli
Ozone depletion	kg CFC11 eq	8,24E-05	1,41E-05	6,83E-05
Ionising radiation	kBq U-235 eq	3,04E+01	4,80E+00	2,56E+01
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,89E+00	4,27E-01	1,47E+00
Particulate matter	disease inc.	2,71E-05	4,68E-06	2,24E-05
Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,98E-06	9,88E-07	5,00E-06
Human toxicity, cancer	CTUh	2,42E-06	4,35E-08	2,38E-06
Acidification	mol H+ eq	2,77E+00	2,82E-01	2,49E+00
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,06E-01	9,05E-03	9,69E-02
Eutrophication, marine	kg N eq	7,44E-01	9,63E-02	6,48E-01
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	8,06E+00	1,01E+00	7,05E+00
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,24E+04	7,51E+02	1,16E+04
Land use	Pt	9,83E+04	9,25E+04	5,79E+03
Water use	m ³ depriv.	6,76E+02	5,42E+00	6,71E+02
Resource use, fossils	MJ	9,52E+03	9,40E+02	8,58E+03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	5,51E-03	1,53E-04	5,35E-03

Tabella 7. Risultati di caratterizzazione relativi alla produzione di 1m³ di pannello in compensato di tutto pioppo: impatto totale, produzione tronchi e produzione pannelli.

L'analisi dei risultati derivanti dalla pesatura (Figura 32) mostra come le categorie di impatto più rilevanti per la produzione del pannello in compensato di tutto pioppo siano "Climate change" (20% sul totale dei risultati di pesatura), "Resource use, fossils" (17%), "Land use" (13%), "Resource use, minerals and metals" (9%), "Ecotoxicity, freshwater" (8%) e "Water use" (7%). Dai risultati di Tabella 7 emerge inoltre come la fase di produzione del pannello sia preponderante per tutte le categorie di impatto più rilevanti, ad eccezione dell'Uso del suolo, in cui la fase più rilevante nel ciclo di vita è la produzione dei tronchi, a causa dell'occupazione del suolo in cui si colloca il pioppeto.

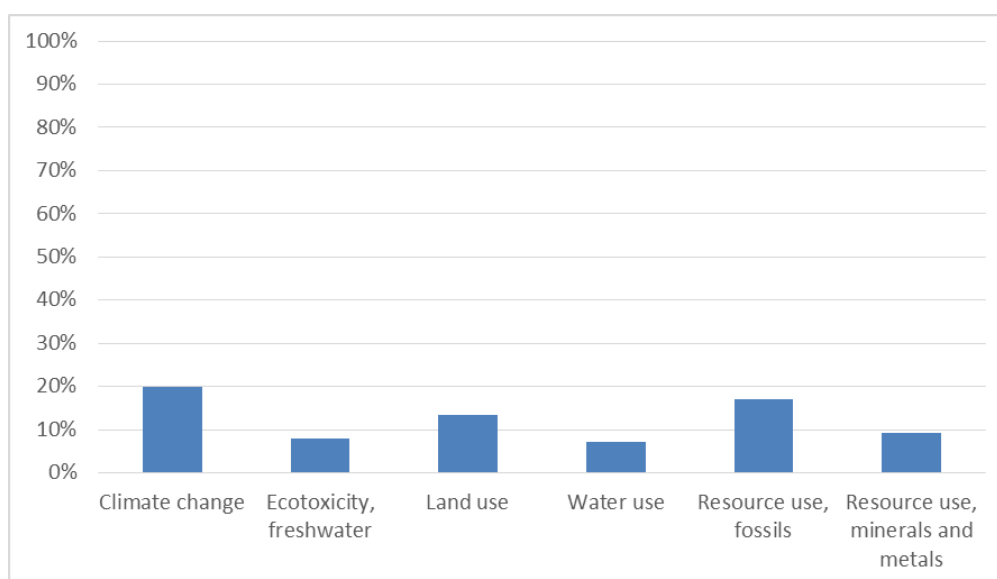


Figura 32. Risultati della pesatura per le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di 1 m³ di pannello in compensato di tutto pioppo

In Figura 33 sono mostrati i contributi percentuali dei diversi processi che costituiscono il ciclo di vita della produzione del pannello in compensato di tutto pioppo nelle categorie di impatto più rilevanti. Come si evince dall'analisi del grafico, la produzione delle colle mostra il contributo più significativo nelle categorie "Climate change", "Ecotoxicity, freshwater", "Water use", "Resource use, fossils" e "Resource use, minerals and metals" (43-82%). Nella categoria "Resource use, minerals and metals" invece, la produzione dei tronchi costituisce il processo maggiormente rilevante (93%). Gli additivi per le colle e i materiali di finitura (vernici e coloranti) forniscono un contributo significativo nelle categorie "Water use" (30%), "Ecotoxicity, freshwater" (21%), e "Resource use, minerals and metals" (10%). Il contributo della caldaia combinata ammonta al 21% in "Ecotoxicity, freshwater", al 16% in "Climate change" e al 15% "Resource use, fossils". Il consumo di energia elettrica contribuisce per il 14% alla categoria "Climate change", per il 12% a "Resource use, fossils" e per il 6% alle categorie "Water use" e "Ecotoxicity, freshwater". Il trasporto dei tronchi fornisce un modesto contributo alla categoria "Climate change" (8%) e alla categoria "Resource use, fossils" (7%). Gli altri processi forniscono un contributo nullo o non significativo.

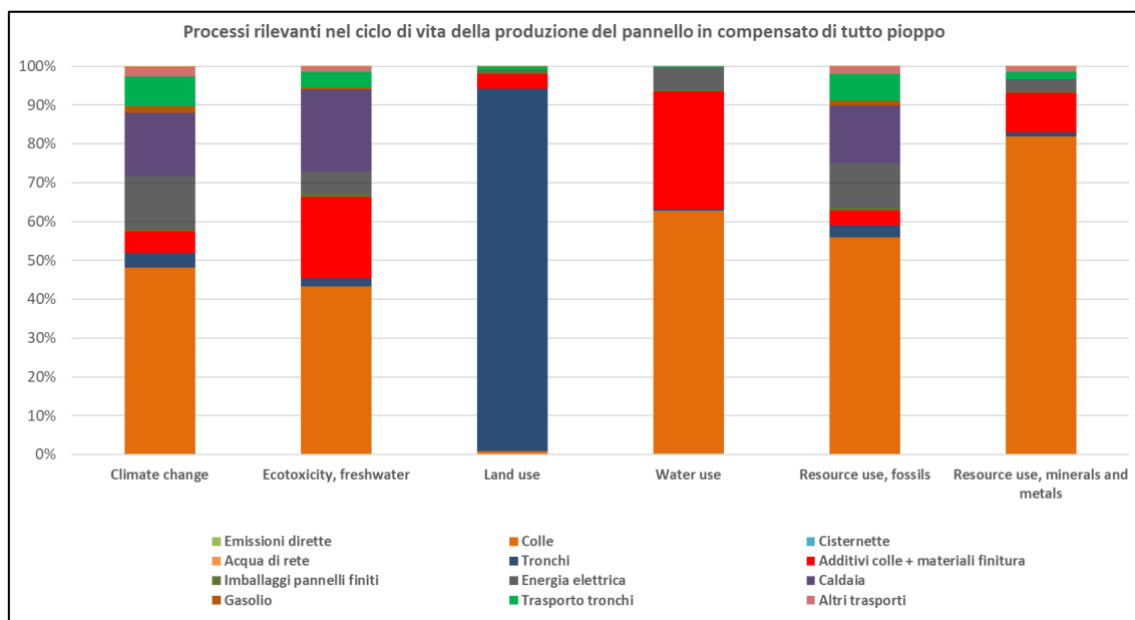


Figura 33. Processi rilevanti nel ciclo di vita della produzione del pannello in compensato di tutto pioppo, relativamente alle categorie di impatto più significative

Conclusioni

Lo studio LCA è stato svolto sulla base di dati relativi alla filiera italiana del pannello in compensato di pioppo, ricorrendo sia a dati primari disponibili a livello di filiera, raccolti presso l'impresa coinvolta nel GdL, che a dati di letteratura e/o di settore rappresentativi della filiera italiana del pannello in compensato di tutto pioppo e delle tecnologie in essa impiegate. Lo studio LCA di filiera è stato svolto adottando un approccio "cradle-to-gate", escludendo la distribuzione del prodotto al cliente finale, e le successive fasi di uso e fine vita. Tale scelta dei confini del sistema, che vanno dalla fase "in bosco" fino alla fase di imballaggio del pannello finito pronto per essere distribuito al cliente finale, è ritenuta rilevante per le attività delle aziende di produzione del pannello di compensato di tutto pioppo.

Dai risultati emerge che i consumi di energia (elettricità, metano, gasolio) impiegati direttamente nel processo di produzione del pannello ed utilizzati per la produzione delle colle, i materiali e le risorse utilizzati per la produzione delle colle, la gestione del pioppeto ed il trasporto dei tronchi, contribuiscono in modo rilevante a tutte le categorie di impatto più significative.

Dallo studio LCA di filiera relativo alla produzione del banco monoposto è stato sviluppato il relativo dataset, disponibile nella Banca Dati LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>). Il dataset potrà essere utilizzato come fonte di dati rappresentativi del contesto italiano per sviluppare studi di LCA, soluzioni di eco-progettazione e più in generale per ottimizzare un uso efficiente delle risorse nella filiera legno-arredo.

Bibliografia

- Assopannelli/FederlegnoArredo, 2018. Pioppo: Il valore di una filiera sostenibile. Report Federlegno/Assopannelli 3 dicembre 2018; Disponibile su: https://www.federlegnoarredo.it/ContentsFiles/Assopannelli_libro_2018_dicembre.pdf
- Castro G., Fragnelli G., Zanuttini R., 2014. La pioppicoltura e il compensato di Pioppo dell'industria italiana.
- Corona P., Bergante S., Castro G., Chiarabaglio P.M., Coaloa D., Facciotto G., Gennaro M., Giorcelli A., Rosso L., Vietto L., Nervo G., 2018. Linee di indirizzo per una pioppicoltura sostenibile. Rete Rurale Nazionale, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma, ISBN: 978-88-99595-96-8.
- Deidda A., 2018. Il Pioppo come materia prima per l'edilizia. Studio ed elaborazione degli impatti, dalla coltura alla produzione, di un pannello di compensato, con metodologia LCA. Tesi di Laurea Magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile, Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design.
- Fantin V., Rinaldi C., Frisone F., Cecchini A., Balducci F., Carzaniga A., Missaglia M., 2022. Studio di filiera dei Pannelli in compensato di tutto pioppo. Report Interno progetto ARCADIA. Aprile 2022.
- ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- ISPRA, 2020. Rapporto Rifiuti Urbani edizione 2020. Rapporti 331/2020. ISBN 978-88-448-1030-6.
- Saulino L., Saracino A., 2020. Analisi del ciclo di vita di manufatti in legno di pioppo. In: Missaglia M., maggio A., Mariano A., Saulino L., Carzaniga A., Cervelli E., Pindozi S., Quaranta G., 2020, Il Green New Deal e il Rilancio della Pioppicoltura Italiana. Studio commissionato da Assopannelli - FederlegnoArredo realizzato da Missaglia&associati-Mea meta research e Fondazione Medes.
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044:2021 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
- UNI EN, 2000. UNI EN 313-2. Pannelli di legno compensato – Classificazione e terminologia – Terminologia.

- Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int. J. Life Cycle Assess.* <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori, L., Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

Studio LCA della fase di lavorazione di pannelli a base legno per mezzo di un centro di lavoro a controllo numerico



Autori:

Caterina Rinaldi¹, Valentina Fantin¹, Francesco Balducci², Sofia Provenzano³, Federico Pompei³

Revisione critica interna: Flavia Frisone¹

¹ ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

² Manifattura S.r.l

³ Biesse S.p.A.

Introduzione

Il settore della meccanica strumentale italiana secondo l'indagine di Federmacchine (2022) è arrivato ad occupare un posto rilevante in Europa. I dati fanno riferimento all'anno 2019 e permettono di fare un'analisi dell'industria italiana nel settore rispetto ai concorrenti europei, considerando inoltre che l'Europa rimane la prima area al mondo per produzione e consumo di macchinari. Se si considera l'industria manifatturiera, l'Italia si posiziona al terzo posto con una percentuale dell'11,7%, dopo la Germania che occupa il primo posto (con una quota del 28%) e la Francia al secondo posto (12,5%).

Il comparto specifico dei produttori di macchinari per la lavorazione del legno è costituito da 9.000 addetti, con un fatturato di oltre 2 miliardi di euro, che esporta i tre quarti di quanto prodotto. Questo comparto perciò rappresenta un settore strategico per la meccanica italiana.

Secondo il report del 2022 di Acimall (2022), l'industria italiana delle macchine e utensili per la lavorazione del legno nel 2022 ha raggiunto i 2.646 milioni di euro, registrando un incremento del 4,6% rispetto al 2021. Le esportazioni, comprendendo il comparto utensili per il legno, sono cresciute del 3,9%. L'import, invece, con una crescita del 5,3%, evidenzia che la competitività dell'offerta straniera rimane alta.

I prodotti più rappresentativi della filiera sono costituiti da centri di lavoro a controllo numerico (CNC) per la lavorazione del legno e dei materiali tecnologici ad elevate prestazioni e flessibilità, sezionatrici professionali per artigiani e piccole, medie e grandi industrie, capaci di elevate prestazioni di taglio in tempi sempre più ridotti, bordatrici, levigatrici e foratrici.

Per quanto riguarda gli aspetti di sostenibilità è necessario fare riferimento all'intera filiera legno-arredo. Nel 2022 gli aspetti più rilevanti che sono emersi dall'indagine promossa da Federlegno e da Symbola (Fondazione Symbola, 2021) sulla filiera legno-arredo, riguardano una sempre maggiore attenzione al ciclo di vita dei prodotti, con l'obiettivo di allungarne la durata e conseguentemente la sostenibilità, identificandone gli impatti ambientali lungo tutta la catena del valore. Quest'analisi prevede una maggiore consapevolezza dei materiali utilizzati identificandone sempre di nuovi, limitando la tipologia di materiali utilizzati e progettando il prodotto utilizzando una logica di eco-design per garantire un corretto smaltimento a fine vita. All'interno della filiera assumono un'importanza rilevante i semilavorati come i pannelli in legno, che rappresentano i componenti principali e fondamentali per la realizzazione di qualsiasi prodotto finito in legno (arredamento ed edilizia); per questo motivo, una volta identificato il macchinario maggiormente rappresentativo a livello nazionale per la lavorazione degli stessi, si è voluto calcolare l'impatto ambientale che scaturisce dalla lavorazione dei pannelli in legno più diffusamente utilizzati: pannello MDF e truciolare nobilitato.

Il presente capitolo descrive lo studio LCA di filiera sulla "Lavorazione di pannelli a base di legno per mezzo di un centro di lavoro a controllo numerico" sviluppato in accordo con la metodologia del progetto Arcadia per gli studi di filiera ed in collaborazione con associazioni, esperti ed imprese del settore legno arredo. Lo studio LCA di filiera è stato sviluppato in accordo alle norme ISO 14040 e 14044 (UNI EN ISO, 2021a; UNI EN ISO, 2021b) e ha permesso di sviluppare un dataset in formato ILCD (ILCD, 2010; Rinaldi et al., 2023) nella Banca Dati Italia LCA (<https://www.arcadia.enea.it/la-banca-dati.html>).

Il Gruppo di Lavoro (GdL) per lo studio LCA di filiera della seduta monoscocca curvata è composto da:

- ENEA (V. Fantin e C. Rinaldi), che ha effettuato lo studio LCA di filiera e la revisione critica (F. Frisone). Ha inoltre svolto attività di formazione “on the job” sulla metodologia LCA alle imprese coinvolte nella raccolta dati.
- Manifattura S.r.l. (F. Balducci), che ha supportato le aziende nella raccolta dei dati primari e fornito supporto come esperto del settore nella fase di inventario dello studio LCA.
- Biesse S.p.A. (S. Provenzano, F. Pompei), impresa rappresentativa del settore che ha fornito i dati primari per lo svolgimento dello studio

Biesse S.p.A. è un'azienda internazionale fondata in Italia nel 1969 che produce linee integrate e macchine per la lavorazione del legno, del vetro, della pietra, della plastica e dei materiali compositi. Biesse ha due business principali: macchine e sistemi, componentistica meccatronica per macchine utensili. Il business delle macchine e dei sistemi è orientato verso diversi settori: macchine e sistemi per la lavorazione del legno, macchine e sistemi per la lavorazione del vetro, pietra e di materiali plastici, compositi e leghe leggere.

Dal 2017 Biesse ha intrapreso un percorso di sostenibilità sulla base delle indicazioni dell'agenda 2030. L'azienda ha individuato i Sustainable Development Goals (SDG) di riferimento che possono essere collegati al business aziendale e ha sviluppato le macro aree di analisi: la sezione di sostenibilità sociale, la sezione ambientale e quella economica. In particolare, dal punto di vista ambientale, l'azienda è impegnata in progetti di efficientamento energetico e di riduzione delle emissioni. In questo contesto, la partecipazione al progetto Arcadia rappresenta un ulteriore passo concreto nell'ottica di valutazione/miglioramento delle proprie prestazioni ambientali attraverso l'acquisizione di competenze sulla metodologia LCA.

Obiettivi e campo di applicazione dello studio

Gli obiettivi dello studio LCA di filiera qui presentato sono:

- La realizzazione del dataset “Lavorazione di un pannello a base legno (MDF o truciolare nobilitato) del peso di 4941 gr”, per l'inserimento nella Banda Dati Italiana LCA di Arcadia, con l'obiettivo di consentire ad altri utenti (pubblica amministrazione, imprese, associazioni di categoria, progettisti, ONG e università / ricerca) di utilizzarlo in ambito di studi LCA e di valutazioni di sostenibilità. Tale dataset è accompagnato dal relativo report tecnico dello studio LCA di filiera, disponibile sul sito di Arcadia (<https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/legno-arredo.html>).
- Sensibilizzare/formare associazioni ed imprese del settore: in linea con le finalità del progetto, contestualmente allo studio LCA, è stata avviata una formazione “on the job” ai tecnici/referenti delle imprese coinvolte riguardante la metodologia LCA e le modalità operative per effettuare la raccolta dei dati lungo la filiera, con il continuo supporto di ENEA.

La funzione del sistema è la lavorazione di un pannello di MDF o di un pannello di truciolare nobilitato con un centro di lavoro a controllo numerico Rover B FT, conforme alle norme UNI di riferimento (UNI EN ISO, 2022).

L'unità funzionale è 1 pannello in MDF di dimensioni 605x605X18 mm e densità 770 kg/m³ o 1 pannello in truciolare nobilitato di dimensioni 700x550X18 mm e densità 710 kg/m³.

I pannelli analizzati sono presenti in commercio e sono stati ritenuti dal GdL e dall'azienda coinvolta nello studio di filiera come tipologie di pannelli rappresentativi della filiera italiana del legno-arredo per uso destinato all'arredamento e all'edilizia.

L'analisi LCA riguarda esclusivamente il processo di lavorazione del pannello a base legno (truciolare nobilitato o MDF), quindi sono esclusi dai confini del sistema sia la produzione del pannello in ingresso alla macchina Rover B FT che la gestione degli scarti prodotti. Gli scarti del pannello derivanti dalle lavorazioni (incluse le polveri di aspirazione dalle cappe) vengono classificati come rifiuti a recupero non pericolosi e possono essere utilizzati per la produzione di pannelli secondari o per recupero energetico.

La Figura 34 rappresenta graficamente quanto compreso nel ciclo di lavorazione del pannello. Il processo prevede la lavorazione, all'interno della macchina, di un pannello che viene sottoposto a una serie di operazioni, tra cui taglio, fresatura e foratura, al fine di ottenere un prodotto semilavorato finito. Nella fase di lavorazione è utilizzato come dato di input l'energia elettrica per la fase di lavorazione. In uscita dal ciclo di lavorazione sono inclusi nello studio le polveri derivanti dallo sfido di lavorazione e i rifiuti (scarti di legno) generati dalle diverse fasi di lavorazione. Le tre lavorazioni prima citate hanno infatti la caratteristica, comune a tutte le applicazioni del legno-arredo, di produrre pezzi semifiniti per asportazione di legno per raggiungere delle caratteristiche predefinite, determinando come scarti di produzione polveri e materiale di scarto, conseguenza del ridimensionamento dal grande, unico pannello, in uno o più prodotti più piccoli.

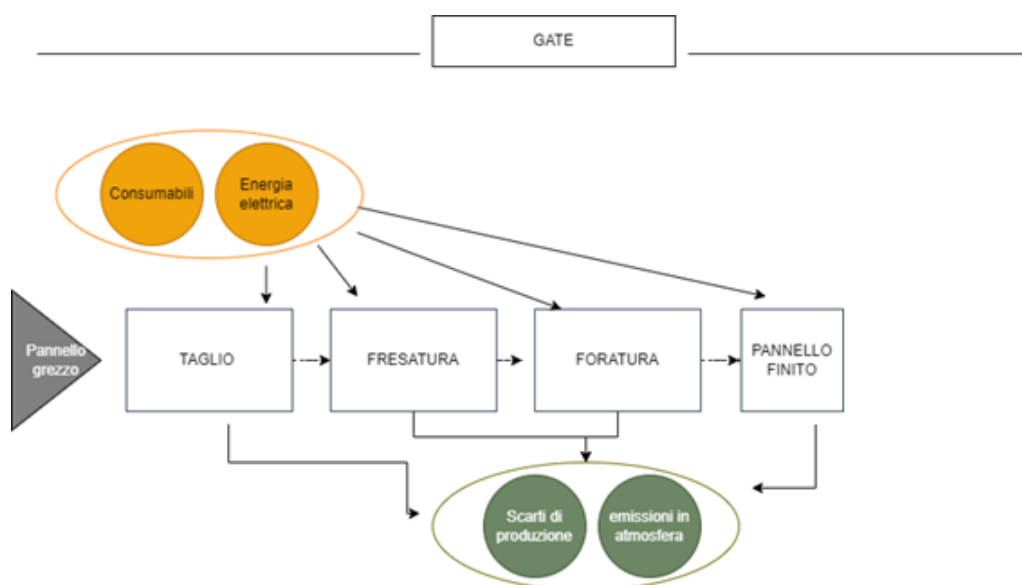


Figura 34. Processo di lavorazione del pannello.

È esclusa dai confini del sistema la produzione di macchinari ed infrastrutture (e i relativi rifiuti di manutenzione), con l'eccezione di quelli già contenuti nei dataset di Ecoinvent 3.7.1 (Wernet et al., 2016) utilizzati per modellare i dati di background. Per la fase di valutazione degli impatti è stato applicato il metodo di valutazione EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019). Per i dati di background si è utilizzata la banca dati Ecoinvent 3.7.1.

Analisi di Inventario

Secondo quanto previsto dalla metodologia del progetto Arcadia, per la raccolta dei dati primari il GdL di filiera ha selezionato l'azienda Biesse S.p.A. i cui processi produttivi e tecnologie sono state considerate rappresentative di una situazione media italiana. I dati raccolti sono primari (misurati direttamente dal personale di Biesse S.p.A.), si riferiscono all'anno 2022 e sono stati verificati dagli esperti di settore (Manifattura s.r.l.) con il continuo supporto di chi ha realizzato lo studio (ENEA).

Per la fase di lavorazione del pannello a base legno sono stati misurati due flussi, uno in input relativo ai consumi energetici e uno in output relativo agli scarti di lavorazione. Per quanto riguarda i consumi energetici, si è utilizzato un valore medio di tutte le misure rilevate puntualmente sulla macchina Rover B FT, attraverso delle prove di lavorazione effettuate con le due tipologie di pannelli scelti (truciolare nobilitato e MDF). Per ciascuna lavorazione sono stati misurati i consumi istantanei. I valori medi sono stati identificati assumendo una variazione minima (<0,2%) dei dati.

Valutazione degli impatti ed interpretazione dei risultati

La Tabella 8 riporta i risultati di caratterizzazione per il ciclo di vita per la lavorazione di 1 pannello di MDF o truciolare nobilitato.

Categoria di impatto	Unità di misura	Totale
Climate change	kg CO2 eq	1,13E-01
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,55E-08
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,34E-02
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,28E-04
Particulate matter	disease inc.	1,52E-09
Human toxicity, non-cancer	CTUh	4,61E-10
Human toxicity, cancer	CTUh	1,09E-11
Acidification	mol H+ eq	4,82E-04
Eutrophication, freshwater	kg P eq	2,36E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	7,38E-05
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	8,15E-04
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	6,05E-01
Land use	Pt	1,99E-01
Water use	m3 depriv.	5,75E-02
Resource use, fossils	MJ	1,68E+00
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	7,17E-10

Tabella 8. Risultati di caratterizzazione relativi alla lavorazione di 1 pannello di MDF o truciolare nobilitato.

L'analisi dei risultati di normalizzazione (Figura 35) mostra come le categorie più rilevanti in termini di impatto ambientale siano "Resource use, fossils" (25% sul totale dei risultati di normalizzazione), "Eutrophication, freshwater" (14%), "Ecotoxicity, freshwater" e "Climate change" (13%), "Acidification" (8%) ed infine "Photochemical ozone formation" e "Water use" (5%).

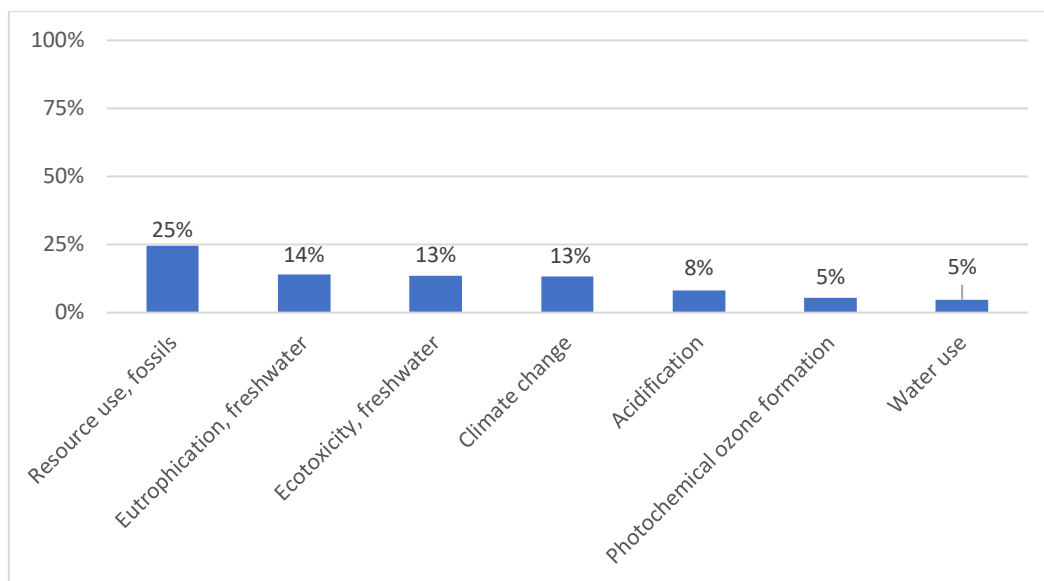


Figura 35. Risultati della normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti relativi alla lavorazione di 1 pannello di MDF o truciolare nobilitato

Conclusioni

Dai risultati dello studio LCA, ottenuti tramite il metodo di valutazione degli impatti EF 3.0 (Zampori e Pant, 2019), che costituisce il metodo di valutazione della Commissione Europea sull'impronta ambientale di prodotto, si sono quantificati gli impatti della fase d'uso della macchina. Le categorie di impatto più rilevanti sono quelle legate alla produzione di energia elettrica con il mix Italiano: "Resource use, fossils", "Eutrophication, freshwater", "Ecotoxicity, freshwater", "Climate change", "Acidification", "Photochemical ozone formation" e "Water use".

Dallo studio di filiera è stato sviluppato il relativo dataset, disponibile nella Banca Dati Italiana LCA del progetto Arcadia (<https://bancadatiitalianalca.enea.it/Node>).

Lo studio LCA della fase di lavorazione del pannello a base legno è stato svolto considerando solamente il processo di lavorazione del pannello (MDF o truciolare nobilitato), quindi sono esclusi dai confini del sistema sia la produzione del pannello in ingresso alla macchina Rover B FT che la gestione degli scarti prodotti. Tale scelta permette un utilizzo flessibile del dataset, consentendo di considerare sia la produzione del tipo di pannello che la gestione degli scarti specifici dell'azienda che utilizza la macchina.

Bibliografia

- Acimall, 2022. Il comparto dei produttori di macchinari per lavorazione del legno.
 Federmacchine, 2022. Il settore dei beni strumentali nel 2021
 Fondazione Symbola, 2021. Green Italy 2021.

- ILCD, 2010. International Life Cycle Data system – Specific guide for Life Cycle Inventory (LCI) data sets. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-Specific-guide-for-LCI-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
- Rinaldi C., Fantin V., Balducci F., Provenzano S., Pompei F., 2023. Studio LCA della fase di lavorazione di pannelli a base legno per mezzo di un centro di lavoro a controllo numerico. Rapporto interno progetto Arcadia. Aprile 2023.
- UNI EN ISO, 2021a. UNI EN ISO 14040:2021. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
- UNI EN ISO, 2021b. UNI EN ISO 14044:2021. Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida
- UNI EN ISO, 2022. UNI EN ISO 19085-3:2022. Macchine per la lavorazione del legno - Requisiti di sicurezza - Parte 3: Foratrici e fresatrici a controllo numerico (NC/CNC).
- Wernet B., Bauer G., Steubing C., Reinhard B., Moreno-Ruiz J., and Weidema E., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *Int J Life Cycle Assess* 21, 1218–1230 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1087-8>
- Zampori e Pant, LU, 2019. Zampori, L. and Pant, R., Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method, EUR 29682 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-00654-1, doi:10.2760/424613, JRC115959.

BANCA DATI LCA

AGROALIMENTARE

EDILIZIA COSTRUZIONI

ENERGIA

LEGNO ARREDO

LIFE CYCLE COSTING

ISBN 978-88-8286-465-1



enea.it