

# 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*

## **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 Carzaniga<sup>1</sup> - *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.*

---

<sup>1</sup> Da luglio 2021 è presso Conlegno

## Studio LCA di filiera del banco scolastico monoposto



**Autori:**

Valentina Fantin<sup>1</sup>, Flavia Frisone<sup>1</sup>, Alessandra Cecchini<sup>2</sup>, Luigia Petti<sup>3</sup>, Ioannis Arzoumanidis<sup>3</sup>, Caterina Rinaldi<sup>1</sup>

*Revisione critica interna:* Flavio Scrucca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali

<sup>2</sup> Manifaktura S.r.l.

<sup>3</sup> 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.

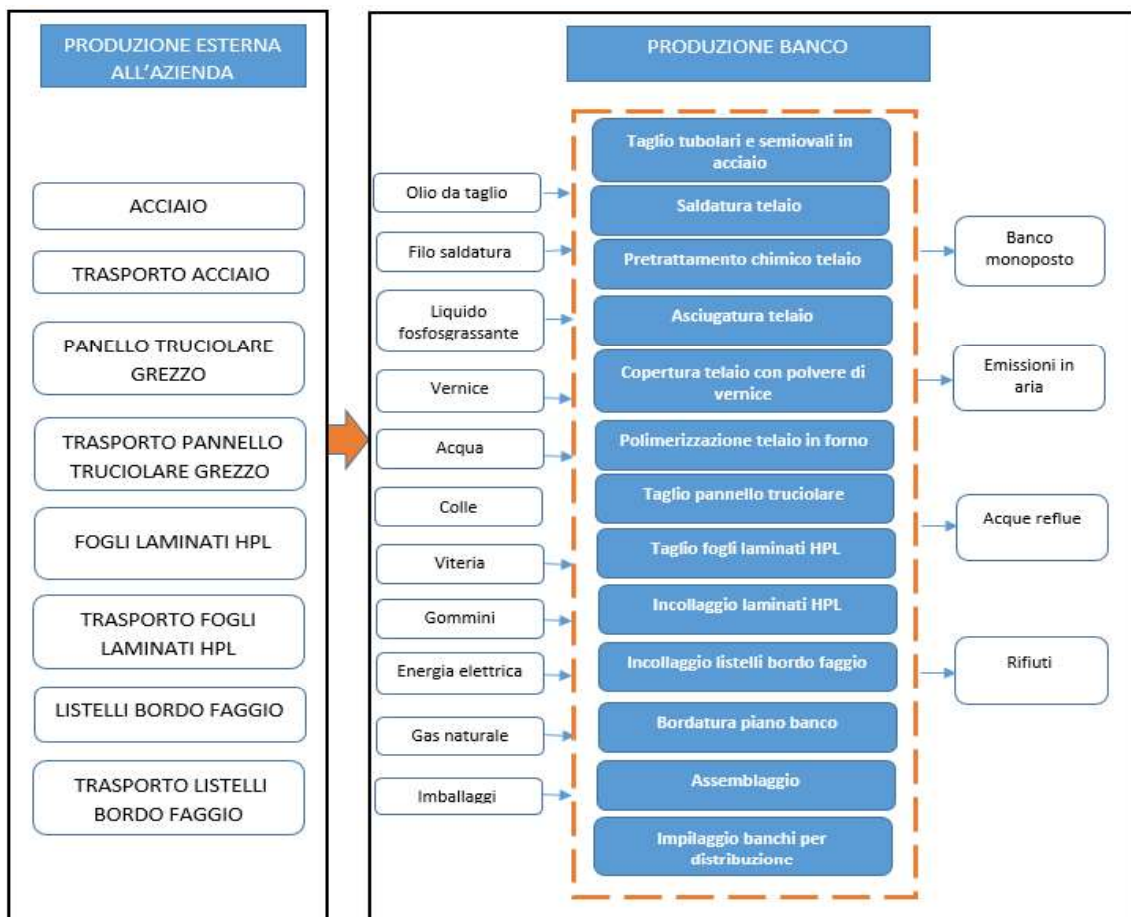


Figura 19. Confini del sistema del processo di produzione del banco monoposto per uso scolastico.

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%).

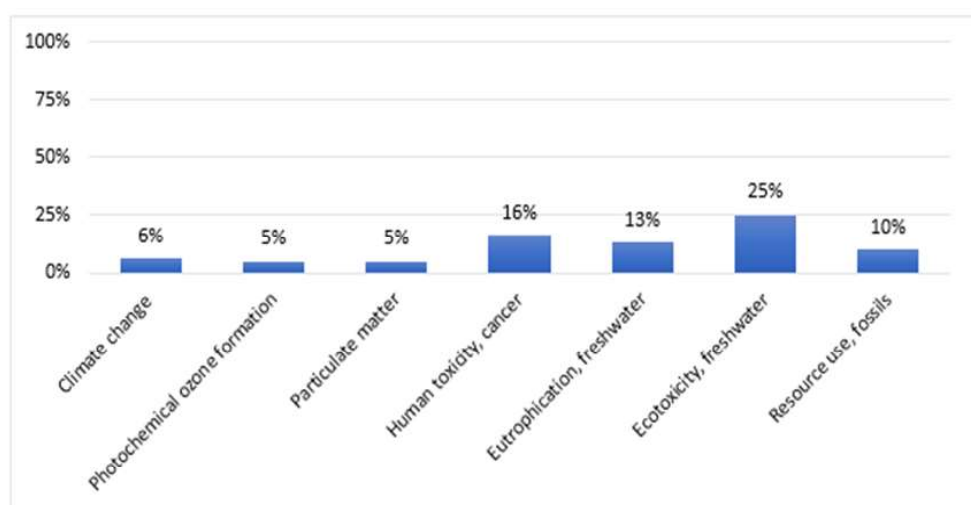


Figura 20. Risultati di normalizzazione per le categorie di impatto più rilevanti per la produzione di un banco monoposto

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

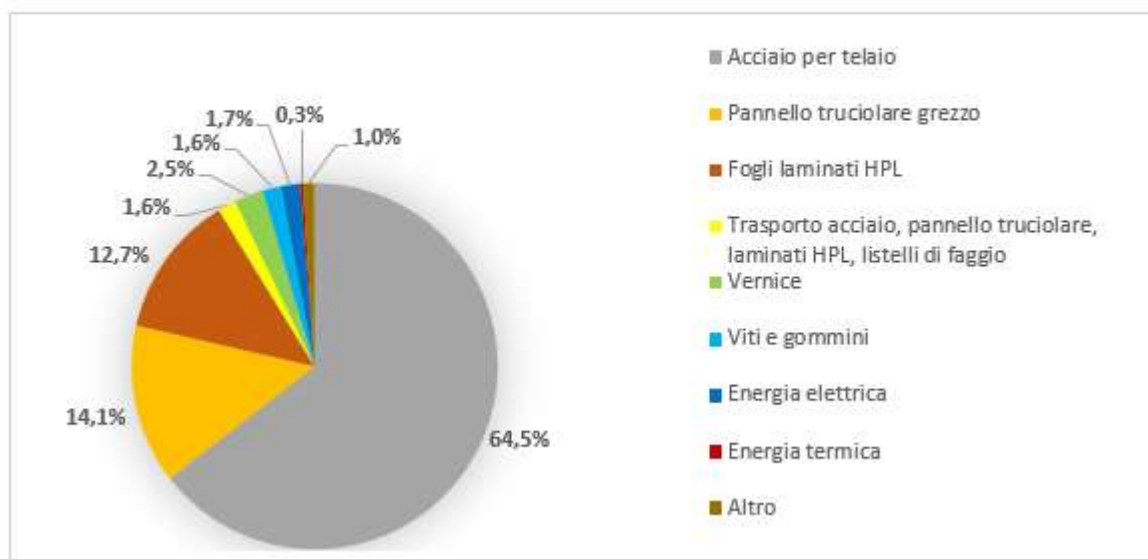


Figura 21. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Ecotoxicity, freshwater

## Human toxicity, cancer

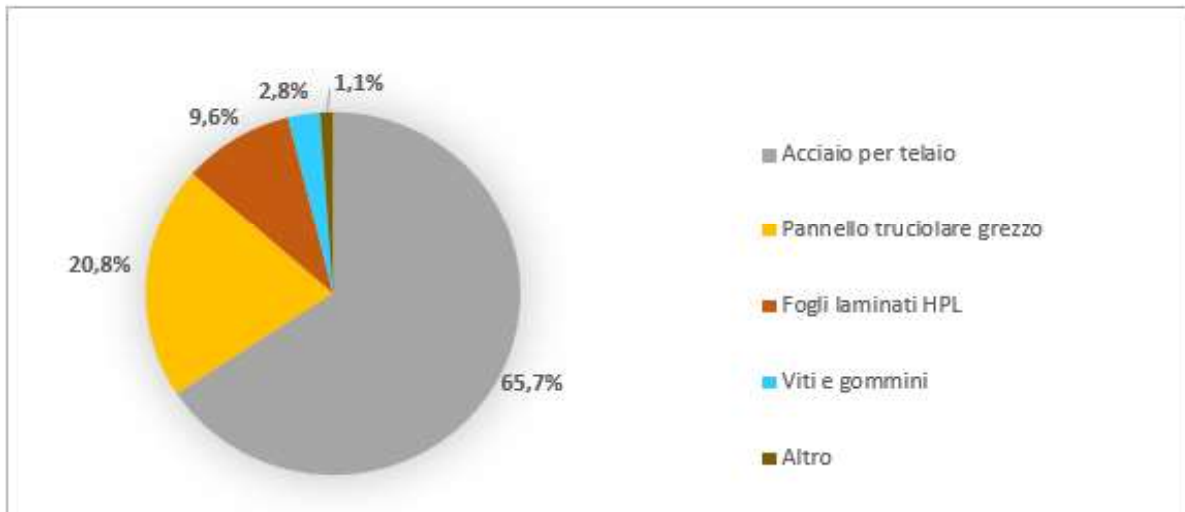


Figura 22. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Human toxicity, cancer

## Eutrophication, freshwater

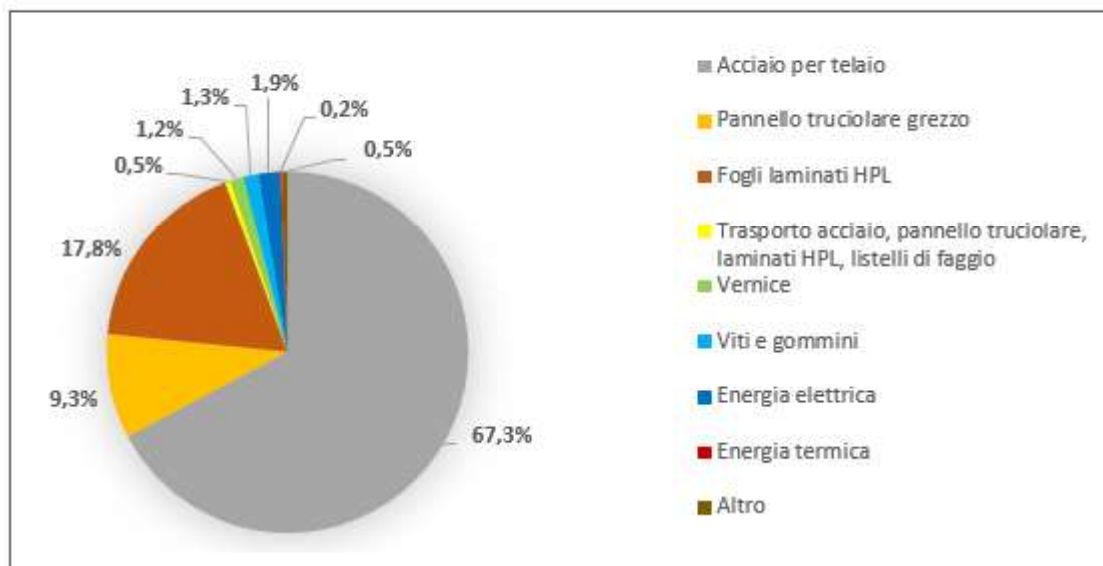


Figura 23. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Eutrophication, freshwater

## Climate change

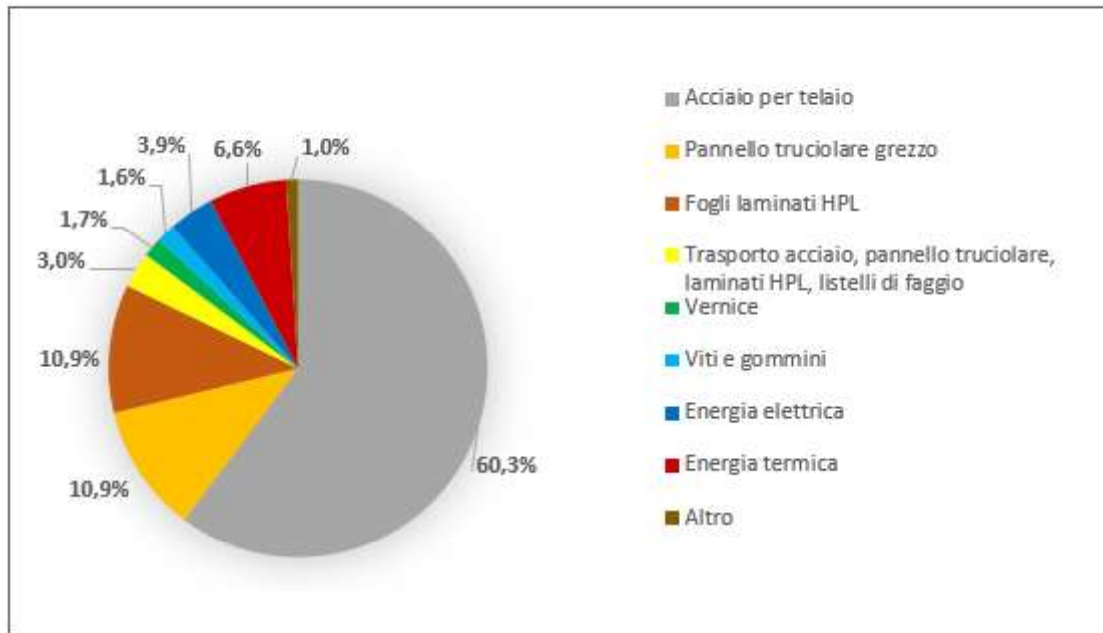


Figura 24. Contributi percentuali dei processi relativi alla produzione di banco monoposto per la categoria di impatto Climate change

### 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.



BANCA DATI LCA

AGROALIMENTARE

EDILIZIA COSTRUZIONI

ENERGIA

LEGNO ARREDO

LIFE CYCLE COSTING

ISBN 978-88-8286-465-1



enea.it