

# Application of LCA methodology to the CLT panels made according to a short chain production process and definition of the benchmarks for environmental impact indicators

Raul Berto<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> *Dipartimento di Ingegneria e Architettura (DIA), Università di Trieste, Via Alfonso Valerio 6/1, 34127 Trieste, Italia*

---

## Highlights

This work concerns the study, the application to a case of study and the subsequent verification of the LCA methodology. Critical and advantages of the methodology were highlighted and a method for the definition of benchmarks has been proposed. This method allows the contextualization of performances represented by the LCA results and wants to contribute to a better implementation of the LCA methodology in the context of the design choices.

## Abstract

This paper describes the research activities related to the study of LCA methodology applied to the sector of construction and related to possible improvements and developments in this context. The research has provided a first step of analysis of the state of the art and a second one of verification of the methodology through the application to a case of study represented by the CLT panels produced by a company of Friuli Venezia Giulia. Subsequently, a critical analysis of the work was conducted and were proposed qualitative guidelines for the definition of benchmarks for the interpretation of the LCA results.

## Keywords

Life Cycle Assessment, Cross Laminated Timber panel, Sustainability, Environmental Impact, Benchmark

---

## 1. INTRODUZIONE

Il tema del miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici, ha raggiunto da diversi anni un livello di attenzione significativamente alto tra gli attori di questo mercato. Tuttavia, tale impegno volto alla riduzione dei consumi energetici, rimane ancorato ad una visione parziale del più ampio concetto di salvaguardia ambientale e riduzione dell'uso di risorse non rinnovabili. A tal proposito, si ritiene necessario che anche nel mercato dell'edilizia si cominci a prendere maggiormente in considerazione gli aspetti legati ai potenziali impatti ambientali che sono connessi a tutte le fasi del ciclo di vita di un qualsiasi prodotto edilizio, nonché dell'edificio nel suo insieme, e non solo le prestazioni energetiche legate alla sola fase di utilizzo dell'organismo stesso. Si ritiene fondamentale, inoltre, che tale apertura trovi spazio in tutti i momenti fondamentali del processo edilizio, a partire dalla fase progettuale, fino alla gestione del cantiere e alla gestione del fine vita dell'edificio.

## 2. STATO DELL'ARTE

Nell'ambito del settore delle costruzioni, la metodologia LCA non ha ancora trovato una larga diffusione a causa di diversi fattori. In particolare, la complessità dell'organismo edilizio - caratterizzato da una vita

---

\* Corresponding author. Tel.: +39-040-5583481; e-mail: raul.berto@phd.units.it

relativamente lunga, da una destinazione d'uso che può cambiare nel tempo, da molteplici funzioni, da molti e diversi componenti - rende molto difficoltosa l'applicazione della metodologia LCA. Ciò ha portato all'implementazione dell'approccio *life cycle thinking* in alcuni sistemi di valutazione energetica e ambientale degli edifici, e alla definizione di metodologie LCA semplificate che siano più facilmente applicabili al settore delle costruzioni e che quindi possano assumere un maggior peso in fase progettuale e decisionale. Un altro aspetto, che è in questo momento oggetto di dibattito, riguarda la confrontabilità dei risultati di diverse LCA. Premettendo che la comparazione è possibile solamente tra prodotti analoghi o tra loro funzionalmente equivalenti, spesso la contestualizzazione dei risultati appare di difficile interpretazione. In questo senso, la definizione di opportuni benchmark determinati per i diversi prodotti e materiali, fornirebbe una migliore e più chiara interpretazione dei risultati quantitativi degli studi LCA.

### **3. METODOLOGIA**

La metodologia di lavoro adottata è stata caratterizzata da alcuni passi fondamentali. Il primo di questi ha riguardato lo studio dello stato dell'arte relativamente alla metodologia LCA, attraverso l'analisi di pubblicazioni, e manuali [1] [2] [3] [4]. La successiva fase, riguarda l'applicazione della metodologia LCA a un caso di studio, volta alla verifica della metodologia stessa ed intesa inoltre come base per lo sviluppo di un'analisi critica. Nel caso specifico, l'oggetto di valutazione è rappresentato dai pannelli CLT prodotti da un'azienda del Friuli Venezia Giulia, che adotta un processo produttivo a filiera corta. L'ultimo passo ha riguardato una proposta per un possibile sviluppo nell'utilizzo della metodologia LCA attraverso la definizione di un sistema per la determinazione dei livelli prestazionali attribuibili agli indicatori ambientali scelti per la quantificazione dei potenziali impatti ambientali di materiali e prodotti per l'edilizia.

### **4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA LCA AD UN CASO DI STUDIO**

Come accennato, il caso di studio è rappresentato dai pannelli CLT prodotti da un'azienda friulana. Essi hanno dimensioni di 125/110/62,5 cm e lunghezza fino a 830 cm, con spessori standard di 12 cm. I pannelli sono composti da quattro o tre strati. Il tipo di legno utilizzato è per il 90% abete e per il restante 10% pino e larice. Il processo produttivo parte dall'approvvigionamento delle materie prime, ovvero tronchi di abete, pino e larice, proveniente dalle zone boschive che distano dallo stabilimento circa 13 km, e fusti di colla per l'incollaggio dei pannelli. Le lavorazioni cui è sottoposto il prodotto sono, in ordine: prismatura del tronco, stagionatura, essiccazione, assortimento e ottimizzazione delle tavole, pettinatura e giuntatura delle sole tavole che formeranno gli strati esterni dei pannelli, piallatura e applicazione della colla, pressatura e profilatura dei pannelli. Gli elementi così realizzati vengono poi trasportati in un altro stabilimento a circa due chilometri dal primo in cui vengono sagomati secondo le indicazioni del progetto del singolo edificio. Gli obiettivi dello studio sono la definizione del profilo ambientale del prodotto e la verifica della metodologia LCA al fine di poter condurre un'analisi critica e contribuire a un suo possibile sviluppo. Lo studio ha considerato le fasi di approvvigionamento delle materie prime e produzione dei pannelli nelle dimensioni standard. E' stato adottato, dunque, un approccio *from cradle to gate*. Le fasi successive della vita dei pannelli, cioè la

sagomatura, la messa in opera, l'esercizio, la manutenzione e la gestione del fine vita, sono state escluse dall'analisi in quanto risultano dipendenti dal singolo caso. I confini del sistema considerano, quindi, tutti i processi a partire dall'approvvigionamento dei tronchi (dal tronco tagliato) fino alla profilatura dei pannelli CLT (cancelli della fabbrica) e sono stati definiti tenendo in conto tutte le emissioni in ambiente generate in modo diretto e indiretto. Al fine di garantire un'agevole comparabilità con i risultati di studi LCA di altri prodotti per l'edilizia aventi medesima funzione, l'unità funzionale scelta è 1 m<sup>3</sup> di pannelli CLT. La fase di inventario ha riguardato la raccolta dati, che ha coinvolto in modo attivo l'azienda che produce i pannelli. A tale scopo sono stati predisposti degli appositi questionari che sono stati compilati e hanno permesso la creazione del modello analogico rappresentate il sistema studiato. Attraverso la raccolta dati è stato possibile quantificare i flussi di energia e materia in entrata e in uscita dal sistema. Il sistema considerato genera, oltre al prodotto principale che sono i pannelli CLT, anche dei coprodotti che sono la biomassa di scarto utilizzata come combustibile e la biomassa di scarto che viene venduta ai pannellifici in quanto contenente residui di colla. Si origina quindi un problema di allocazione. In accordo con le indicazioni degli standard di riferimento [5] si è adottata la procedura di allocazione in massa per quanto riguarda la biomassa di scarto destinata a pannellifici, mentre per la biomassa combustibile è stata impiegata la procedura di allocazione per sostituzione, che prevede di considerare il legno in luogo dei combustibili fossili, in questo caso gas naturale, per il riscaldamento degli ambienti. Gli indicatori ambientali utilizzati per definire il profilo ambientale del prodotto sono il *GWP100* (*global warming potential*) e il *PED* (*primary energy demand*) o *embodied energy*. Per il calcolo del *GWP100*, che considera un periodo di esposizione di cento anni, si è utilizzata una procedura di correzione della CO<sub>2</sub> stoccata nel legno per evitare una sovrastima dell'anidride carbonica in esso accumulata. Tale sovrastima sarebbe dovuta al fatto che la biomassa di scarto verrà molto probabilmente impiegata come combustibile prima dei cento anni, rilasciando in atmosfera la CO<sub>2</sub>.

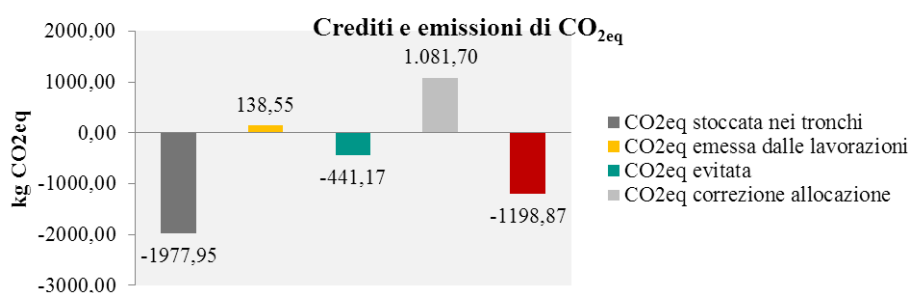


Figura 1. Emissioni di CO<sub>2eq</sub> relative a un metro cubo di pannelli CLT.

Il valore dell'indicatore *GWP100* è pari a -1198,87 kgCO<sub>2eq</sub>. Il segno meno è spiegabile con il fatto che il legno ha la capacità di assorbire anidride carbonica durante la crescita dell'albero. La quantità di biossido di carbonio così accumulato non viene modificata durante le fasi di trasformazione del legno, creando notevoli benefici dal punto di vista delle missioni inquinanti. L'*embodied energy* viene calcolato tenendo conto sia dell'energia impiegata per la produzione dei pannelli CLT, sia la quota di energia stoccata nel legno, espressa in termini di potere calorifico e comunemente detta *feedstock energy*. Le risorse energetiche sono categorizzate in rinnovabili e non rinnovabili. Il valore di questo indicatore ambientale risulta pari a 14409

MJ<sub>eq</sub> per quanto riguarda le risorse rinnovabili e -6225 MJ<sub>eq</sub> per quanto riguarda quelle non rinnovabili. Il segno meno di quest'ultimo valore è dovuto all'impatto evitato utilizzando la biomassa combustibile in luogo del gas naturale per il riscaldamento degli ambienti, secondo la procedura di allocazione per sostituzione. Nella fase d'interpretazione si è proceduto con un'analisi comparativa, con riferimento agli impatti ambientali scelti (emissioni di CO<sub>2eq</sub> ed *embodied energy*), volta a mettere in relazione diversi componenti edilizi aventi funzione equivalente rispetto ai pannelli CLT. La valutazione comparativa è stata condotta rispetto a tre soluzioni di chiusura verticale: chiusura verticale in pannelli CLT, chiusura verticale in laterizio e chiusura verticale in blocchi di calcestruzzo. Al fine di definire soluzioni tecnologiche tra loro equivalenti si è scelta la resistenza termica come valore costante e in accordo con la normativa [6] tale valore è pari a  $1/0,27\text{W/m}^2\text{K} = 3,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Il materiale isolante scelto per tutte le soluzioni è la fibra di legno.

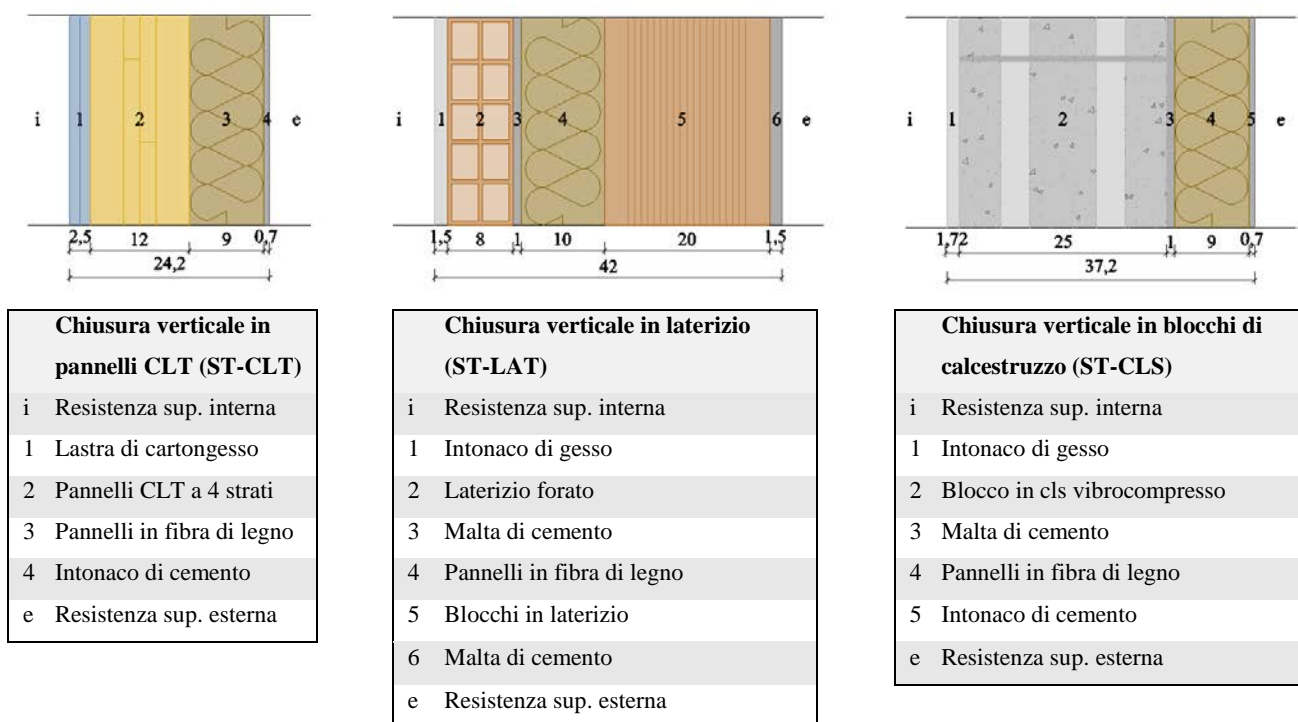


Figura 2. Stratigrafia delle soluzioni tecnologiche..

I dati relativi ai potenziali impatti ambientali dei materiali e prodotti delle soluzioni tecnologiche scelte per la comparazione, sono stati evinti da fonti bibliografiche [7] che a loro volta hanno fatto riferimento a dati contenuti nel database ITC CNR. Aggregando tali valori secondo le diverse soluzioni tecnologiche si ottengono i seguenti risultati:

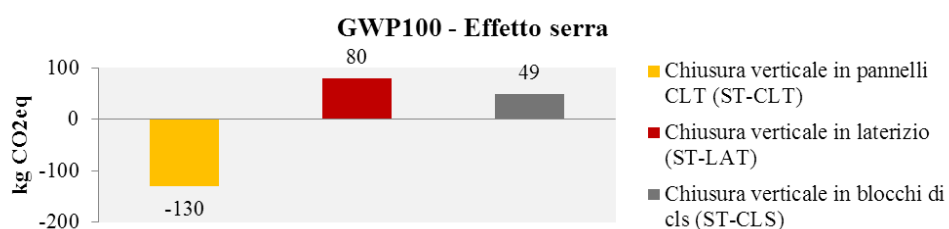


Figura 3. Valori di GWP100 calcolati per le diversi soluzioni tecnologiche.

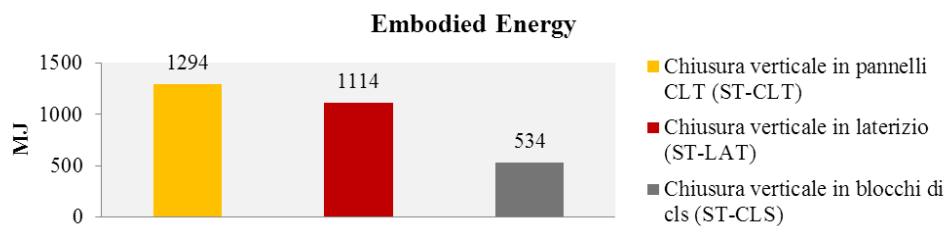


Figura 4. Valori di embodied energy calcolati per le diversi soluzioni tecnologiche.

## 5. ANALISI CRITICA E PROPOSTE DI SVILUPPO

Questa fase del lavoro di ricerca ha permesso di mettere in evidenza alcune criticità della metodologia LCA, attraverso l'analisi dei passaggi chiave del metodo studiato. In particolare, la fase di raccolta dei dati, la scelta del metodo di allocazione, la semplificazione del modello, la correzione della CO<sub>2</sub> stoccata e l'interpretazione dei risultati sono elementi che possono introdurre elementi di soggettività che si riflettono sui risultati finali. L'ultima fase di lavoro si è basata sulla premessa che la quantificazione dei potenziali impatti ambientali può essere interpretata solo attraverso comparazione. Per questo, la definizione di livelli prestazionali, o benchmark, per singoli impatti ambientali potenziali, può servire come punto di partenza per una migliore e più chiara interpretazione dei risultati quantitativi degli studi LCA. Si è quindi sviluppata una proposta volta a individuare un metodo per la definizione di livelli prestazionali per materiali e prodotti per l'edilizia. Il conteso geografico di riferimento è quello nazionale, in modo tale da utilizzare valori omogenei e tra loro coerenti (si pensi, ad esempio, alla differenza tra il mix energetico italiano e quello di altri paesi). La raccolta dei dati, cioè dei risultati di studi LCA, avviene attraverso la compilazione di un apposito questionario in cui sono inserite tutte le informazioni rilevanti. La fase successiva alla raccolta dati consiste nella definizione dei pesi da attribuire ai risultati delle LCA. In questo modo è possibile aggregare i dati raccolti per ottenere dei benchmark, considerando tali dati con maggiore o minore peso in funzione della tipologia di studio LCA da cui derivano. Ai risultati degli studi LCA oggetto di verifica da parte di soggetti terzi è stato attribuito un peso pari a 1, mentre a quelli non oggetto di verifica pari a 0,5. Infine sono stati definiti tre livelli di benchmark: -1, 0 e 1. Il livello -1 rappresenta le prestazioni peggiori tra tutti i valori disponibili, il livello 0 indica delle prestazioni in linea con la pratica corrente e il livello 1 rappresenta le prestazioni migliori tra tutte quelle considerate. Il livello 0 viene calcolato per ogni indicatore ambientale di ogni prodotto come la media pesata tra tutti i valori del medesimo indicatore ambientale riferito al medesimo prodotto. I livelli -1 e 1 sono stati calcolati come media ponderata di un insieme di valori pari al 10% della totalità e rappresentanti, rispettivamente, le peggiori e le migliori prestazioni in termini di potenziale impatto ambientale tra tutti i valori raccolti. La struttura dei benchmark può essere così determinata per ogni indicatore ambientale e utilizzata per l'interpretazione dei risultati di analisi LCA.

## 6. RISULTATI

Uno dei principali risultati di questo lavoro di ricerca è stata la definizione del profilo ambientale dei pannelli CLT oggetto di studio. Come riportato in *Figura 4* si nota un minore impatto ambientale, in termini di emissioni di CO<sub>2eq</sub>, per la soluzione tecnologica realizzata con i pannelli CLT rispetto alle soluzioni in laterizio e con blocchi in calcestruzzo. Nell'interpretare i dati relativi all'indicatore *embodied energy*, è necessario sottolineare che il valore relativo all'energia incorporata nei pannelli CLT è dovuto alla significativa quantità di energia di *feedstock* contenuta nei materiali di cui si compone, che potrebbe potenzialmente essere utilizzata tramite combustione del materiale. I passaggi successivi del lavoro hanno permesso di mettere in evidenza alcuni elementi critici della metodologia applicata e sono risultati utili per assumere maggiore consapevolezza nel suo futuro impiego. Inoltre, si è proposto un metodo per la definizione di benchmark relativi ai potenziali impatti ambientali, che possono essere utilizzati nella fase di interpretazione dei risultati e possono trovare implementazione, con le necessarie modifiche e adattamenti, nei sistemi a punteggio per la valutazione energetica e ambientali degli edifici.

## 7. CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha permesso di studiare, applicare e verificare una metodologia che merita una maggiore diffusione nell'ambito del settore delle costruzioni. In particolare, la considerazione dei principi propri del *life cycle thinking* nel contesto delle scelte progettuali, organizzative e gestionali è un aspetto che deve essere implementato in un'ottica di raggiungimento degli obiettivi di salvaguardia ambientale. In accordo con questa visione, la proposta del metodo volto alla definizione di valori di benchmark per una migliore interpretazione dei risultati di studi LCA di materiali e prodotti per l'edilizia può contribuire alla definizione di strumenti utili in fase progettuale per la scelta di soluzioni tecnologiche caratterizzate da un miglior profilo ambientale.

## 8. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Lavagna Monica, Life Cycle Assessment in edilizia: lo stato dell'arte in Italia, Dossier ENEA, La rete italiana LCA: prospettive e sviluppi del Life Cycle Assessment in Italia. Pagg. 30-38, Roma, (2011).
- [2] Giordano R., I prodotti per l'edilizia sostenibile. La compatibilità ambientale dei materiali nel processo edilizio, Sistemi Editoriali, Napoli, (2010)
- [3] Giordano R., Peretti G., Requisiti, indicatori e strumenti per la valutazione dell'ecocompatibilità dei prodotti edilizi, Il Progetto Sostenibile n. 24, (2009).
- [4] JRC European Commission, ILCD handbook. International Reference Life Cycle Data System. General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Luxembourg, (2010).
- [5] UNI EN ISO 14040 e 14044 (2006).
- [6] DM 26/01/2010, Allegato B, Tabella 2.
- [7] De Angelis E., Dotelli G., Iannaccone G., Pittau F., Villa N., Zampori I., Analisi LCA del pannello X-lam – legno toscano. Impatto ambientale ed emissioni di CO<sub>2</sub> connessi al processo produttivo. (2012).