

## **LCA: applicazione ai componenti di involucro vetrato**

di Anna Bogliolo

Relatore: Gabriella Peretti

Correlatori: Roberto Giordano, Antonino Latino

Il recente sviluppo di strumenti d'indagine sull'impatto ambientale di prodotti e servizi ha portato a considerare problemi complessi anche in ambito architettonico e ad operare scelte tecnologiche e progettuali il più possibile rispettose dell'ambiente. Questo implica inoltre differenze nell'approccio alla progettazione, che presuppone il rispetto dei requisiti di compatibilità ambientale, passando dallo studio del processo di costruzione dell'edificio all'analisi del sistema-edificio durante il suo intero ciclo di vita.

La metodologia *Life Cycle Assessment* (LCA), riconosciuta a livello internazionale (ISO 14040), si configura come uno strumento ideale di analisi delle prestazioni energetiche ed ambientali e di verifica dell'ecocompatibilità di attività e processi lungo l'intero ciclo di vita dei prodotti.

Questa tesi propone un'analisi completa di LCA basata sulla realtà italiana e supportata da un'azienda – Metra, sistemi in alluminio, di Brescia.

Una volta affrontati gli aspetti teorici e metodologici legati all'LCA ed i relativi sistemi di analisi, valutazione e certificazione della qualità (Ecolabel, Emas, etichette ecologiche, ISO 14000), si è proceduto all'applicazione della metodologia LCA secondo le norme ISO 14040:

🗑️ **Definizione degli obiettivi** - Scopo dello studio è la determinazione di un profilo complessivo di due "nodi tipo" di sistema per facciata continua a montanti e traversi, in alluminio e PVC, basati su dati reali di produzione, attraverso l'analisi delle prestazioni energetico-ambientali lungo tutto il loro ciclo di vita ("dalla culla alla tomba" - "*from cradle to grave*"), e comprendendo tutti i componenti, ad esclusione del vetro.

La scelta di analizzare i processi, associati al ciclo di vita dei due sistemi, nasce dalla convergenza di interessi differenti:

- 🗑️ dell'UNCSAAL, tramite il "Progetto Università" e il suo "Laboratorio per Tesi sui Serramenti Metallici";
- 🗑️ della ditta "METRA", interessata alla realizzazione di un'analisi di ciclo di vita di un "sistema tipo per facciata continua";
- 🗑️ del Dipartimento Scienze e Tecniche per i Processi di Innesco della II Facoltà di Architettura di Torino, il cui obiettivo è realizzare una banca dati dei principali sistemi per l'edilizia.

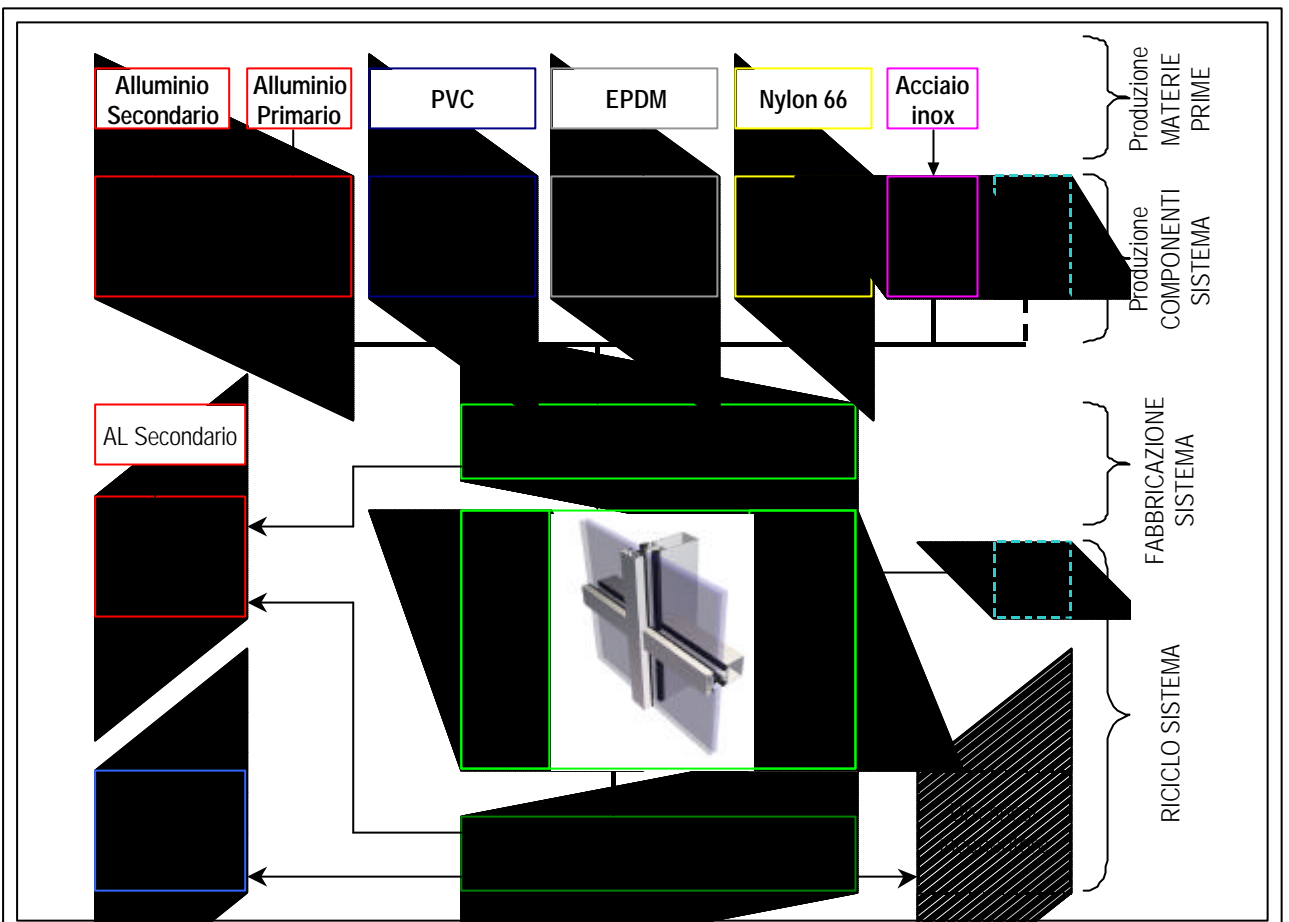


Diagramma di flusso semplificato - Sistema per facciata continua in alluminio - nodo 1 mq

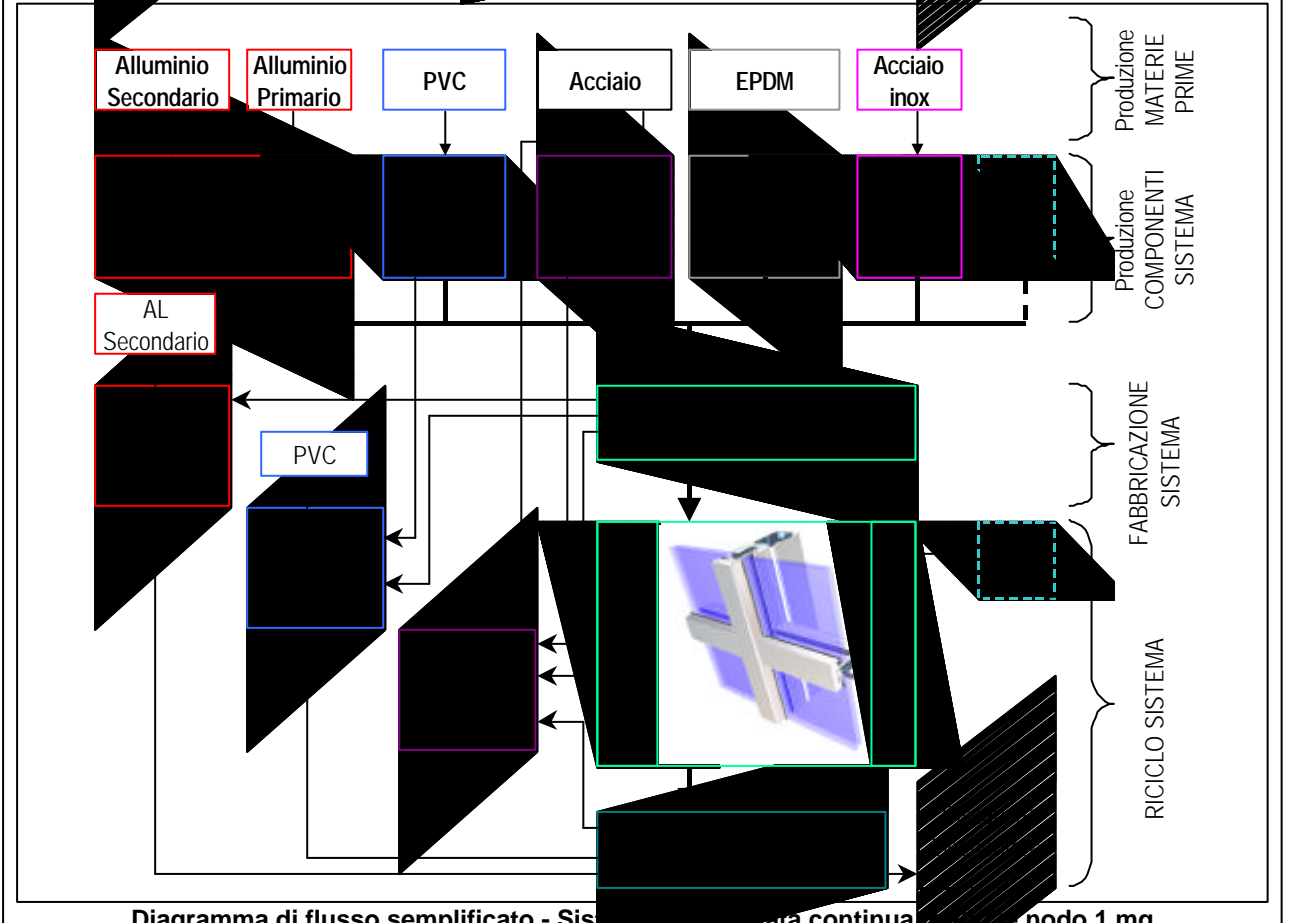


Diagramma di flusso semplificato - Sistema per facciata continua in PVC - nodo 1 mq

Fig. 1 – Diagrammi di flusso semplificati – Sistemi per facciata continua

🗑️ **Analisi di Inventario** – In questa fase si è proceduto alla stesura degli "ecoprofil" dei due sistemi. Sono stati identificati e quantificati i consumi di risorse, di energia ed i rilasci nell'ambiente, dovuti ai diversi processi di produzione e trattamento dei prodotti e dei sistemi stessi, riferendo i risultati ad un'unità funzionale - 1 kg per i componenti e 1 mq per i sistemi - .

Sono stati analizzati i processi produttivi dei diversi componenti a partire dall'estrazione delle materie prime per arrivare, dopo la produzione e l'assemblaggio del sistema, alla rottamazione finale e al riciclo dei materiali (alluminio, acciaio e PVC) nei rispettivi processi produttivi.

I dati raccolti sono ricavati principalmente da una approfondita indagine effettuata presso le aziende coinvolte e, in parte, dalla banca dati del *Boustead Model*, utilizzato per la realizzazione dell'*Inventory*.

🗑️ **Analisi degli Impatti** - I risultati ottenuti dalla raccolta ed elaborazione dei dati di Inventario sono stati **classificati e standardizzati** secondi i principali effetti ambientali:


- 🗑️ effetto serra,
- 🗑️ acidificazione potenziale,
- 🗑️ formazione di smog fotochimico,
- 🗑️ eutrofizzazione potenziale,
- 🗑️ assottigliamento della fascia di ozono

Successivamente, si è effettuata la **normalizzazione** tramite Eco-Indicator '99, uno strumento in grado di sintetizzare, secondo un unico indice numerico, i dati inerenti i consumi e le emissioni.

Tutti i risultati sono stati, infine, presentati in schede attraverso un sistema informativo dei dati di Inventario e Valutazione - Met: *Material, Energy and Toxicity* – che permette l'interpretazione secondo il grado di approfondimento che si intende affrontare.

SCHEDA 7		Prodotto RICICLO SISTEMA IN ALLUMINIO		BILANCIO ENERGETICO AMBIENTALE [MET-MATRIX]									
				PROCESSI DEL CICLO DI VITA									
		Sistema in AL	Trattamento riciclo sistema in AL (valori unitari)					Riciclo AL	Riciclo PVC	Riciclo sistema	TOTALE		
Struttura Life Cycle Assessment		6553 Cantiere AL - Assemblaggio	6554 Smontaggio e riciclo Sist. AL	6541 Trasporto Sist. AL post-consumo	6542 Pre- trattamento	6543 Frantumaz. e separaz. materiali	TOTALE Trattamento riciclo sistema AL	6516 Trasporto rottami AL	6600 PVC: raccolta e recupero	TOTALE Riciclo sistema AL	Sistema in AL		
Unità funzionale	[mq]	1 (7,123 kg)	1 mq	1 mq	1 mq	1 mq	1 mq	4,776 kg input	0,184 kg input	1 mq	1 mq		
Inventario	Consumi Energetici [MJ]	Energia Indiretta	507,790	0,477	1,861	8,649	1,686	12,672	-475,824	-1,340	-464,491	43,298	
		Energia Diretta	505,098	0,228	3,043	9,811	0,806	13,889	-387,382	-3,541	-377,034	128,064	
		Energia di Trasporto	22,617	0,004	5,942	1,067	0,015	7,028	-22,362	-0,130	-15,464	7,152	
		Energia di Feedstock	224,752	0,000	2,604	-2,296	0,000	0,309	-137,882	-2,877	-140,451	84,302	
		Energia Totale	1.260,257	0,709	13,450	17,232	2,507	33,898	-1.023,450	-7,889	-997,440	262,817	
	Emissioni in aria [g]	Polveri	113,318	0,049	0,714	1,424	0,172	2,359	-106,743	-0,342	-104,727	8,591	
		CO	66,628	0,013	4,634	0,644	0,047	5,339	-22,910	-0,431	-18,003	48,625	
		CO2	44.793,723	36,226	735,964	1.013,508	128,125	1.913,823	-42.529,805	-267,253	-40.883,235	3.910,487	
		SOx	483,360	0,555	3,206	10,140	1,964	15,864	-382,461	-1,203	-367,800	115,559	
		NOx	338,598	0,254	6,498	11,089	0,900	18,741	-230,767	-1,375	-213,401	125,197	
		N2O	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	
		HC (idrocarburi)	96,998	0,239	5,465	5,317	0,844	11,864	-35,118	-0,300	-23,554	73,444	
		Metano	194,971	0,103	1,025	6,828	0,365	8,321	-127,254	-1,028	-119,961	75,010	
		H2S	0,104	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	-0,001	0,103	
		HCl	3,574	0,001	0,012	0,014	0,004	0,032	-3,929	-0,013	-3,909	-0,335	
		Aromatici-HC	0,101	0,000	0,019	0,004	0,000	0,023	-0,036	-0,001	-0,014	0,086	
		NH3	0,021	0,000	0,003	-0,003	0,000	0,000	-0,004	-0,003	-0,007	0,013	
		VOC	1,060	0,000	0,004	0,001	0,000	0,006	0,000	0,002	0,007	1,066	
		Rilasci in acqua [g]	COD	20,530	0,000	0,098	-0,071	0,001	0,029	-0,331	-0,101	-0,402	20,127
	BOD		2,380	0,000	0,013	0,002	0,001	0,016	-0,286	-0,007	-0,277	2,102	
	H+		0,310	0,000	0,004	-0,003	0,000	0,002	-0,241	-0,005	-0,244	0,066	
	NH4+		0,061	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	-0,002	-0,001	-0,002	0,059	
	Sospensioni solide		813,863	0,001	0,991	-0,105	0,004	0,891	-978,699	-0,334	-978,142	-164,279	
	NO3-		0,493	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,003	0,000	-0,003	0,490	
	Altri nitrogeni		0,301	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,002	0,000	-0,002	0,300	
	CN-		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	Fosfati come P2O5		0,050	0,000	0,001	-0,001	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,001	0,048	
	VCM		0,005	0,000	0,002	-0,002	0,000	0,000	0,000	-0,003	-0,003	0,002	
	Rifiuti solidi [g]	Speciali assimilabili agli urbani	2.911,829	0,000	0,615	-128,219	639,680	512,075	-0,008	-0,354	511,713	3.423,541	
		Speciali non pericolosi	24.800,943	0,585	15,276	7,490	2,068	25,419	-30.212,421	-6,880	-30.193,882	-5.392,939	
		Speciali pericolosi	706,727	0,149	4,159	2,230	0,526	7,064	-769,677	-1,470	-764,083	-57,356	
	Classificazione e Caratterizzazione	Effetti ambientali	Effetto serra [GWP100] (kg CO2)	50,122	0,040	0,788	1,201	0,140	2,168	-45,862	-0,295	-43,989	6,133
			Acidificazione Potenziale [AP] (g SO2)	846,567	3,791	10,178	22,010	2,931	38,910	-633,368	-2,696	-597,153	249,414
Formazione di Smog Fotochimico [PHS] (g C2H4)			101,401	0,262	5,671	5,393	0,848	12,173	-36,936	-0,326	-25,089	76,312	
Eutrofizzazione Potenziale [EP] (g NO3)			703,405	0,527	13,473	22,938	1,864	38,801	-477,722	-2,870	-441,791	261,614	
Assottigliamento fascia d'Ozono [ODP] (g CFC11)			0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	
Normalizzazione e "Pesatura"	Eco indicator '99	4.892	3	94	7	11	114	-3.611	-36	-3.533	1.360		

Fig. 2 – Met-Matrix – Sistema per facciata continua in alluminio

 **Interpretazione e miglioramento** - In base ai risultati ottenuti, è possibile effettuare il confronto dell'incidenza energetica ed ambientale dei due sistemi studiati, sia in base ai singoli componenti che li costituiscono, sia sui sistemi stessi.

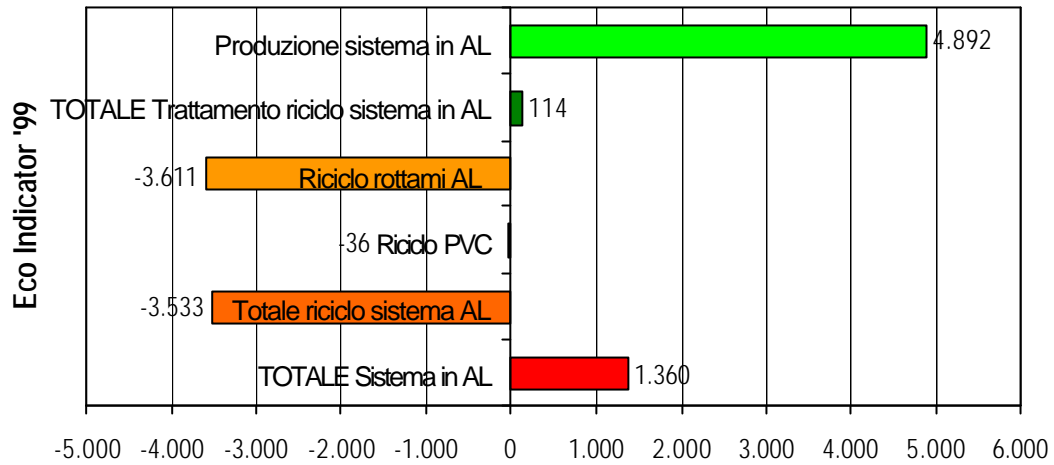
Il confronto tra i due nodi "tipo" ha messo in luce che, in base alle ipotesi fatte, per la parte corrispondente alla sola produzione, esiste un'effettiva disparità dei carichi energetici a favore del sistema in PVC, dovuta principalmente alla produzione delle materie prime ed in particolare all'importante carico apportato dall'alluminio primario (considerato nella percentuale del 50% per la produzione dei profili). Tuttavia, considerando le fasi di trattamento e riciclaggio, questa differenza si capovolge a favore del sistema in alluminio, grazie alle notevoli potenzialità derivanti dal riciclaggio dell'alluminio stesso.

E' importante, infine, sottolineare che questa tesi, risultato dell'elaborazione di dati e ipotesi relative alla realtà produttiva italiana, si propone come una prima esperienza nell'ambito di un più vasto progetto di ricerca il cui obiettivo è la realizzazione di una banca dati contenente informazioni energetiche ed ambientali relative ai componenti edilizi.

## CONFRONTO DEGLI ECO INDICATOR '99

*"From cradle to grave"*

### Sistema per facciata continua in alluminio - nodo 1mq



### Sistema per facciata continua in PVC - nodo 1mq

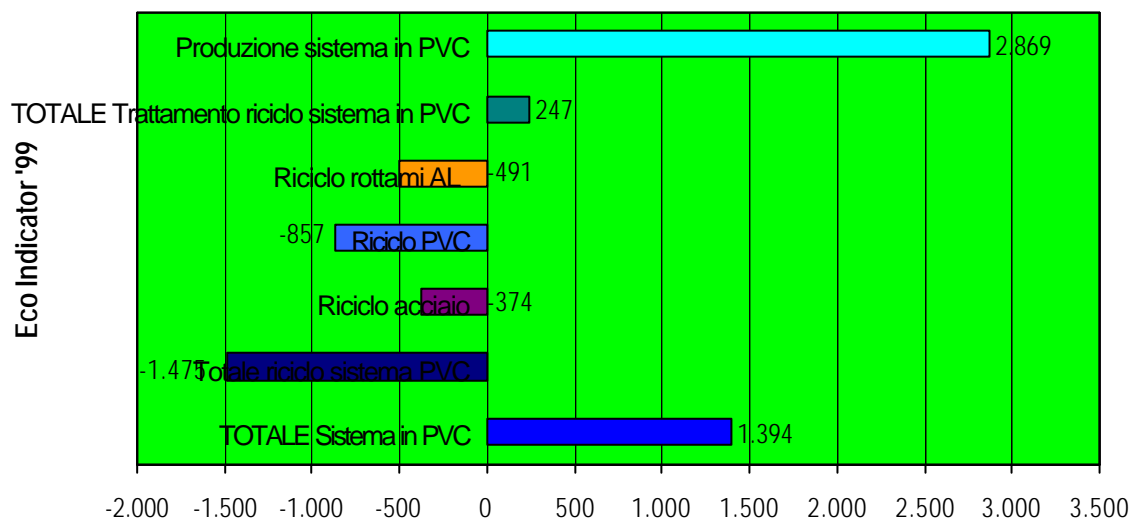


Fig. 3 – Confronto degli Eco Indicator '99 relativi alle principali fasi del ciclo di vita dei sistemi per facciata continua in Alluminio e PVC.

Per informazioni, e-mail: [anna.bogliolo@libero.it](mailto:anna.bogliolo@libero.it)