

Sostenibilità ambientale. Il ciclo di vita dei serramenti in PVC. LCA e EPD - Dichiarazione ambientale di prodotto



Quality & Sustainability

Ing. MARCO PIANA
PVC Forum Italia- Centro di
informazione sul PVC

Il PVC Forum Italia: missione

1. Realizzazione e diffusione di studi e documentazione sulle performance tecniche, le applicazioni e le prestazioni ambientali del PVC, dalla produzione al post-consumo;
2. Promozione dell'immagine dei prodotti e organizzazione di convegni e dibattiti su aspetti e problematiche inerenti il PVC e le materie plastiche in generale;
3. Essere fonte di informazione per il mondo accademico, le associazioni di categoria, le autorità, la stampa e l'opinione pubblica in generale.

Il Gruppo serramenti e avvolgibili

Denominato **SI PVC**, il **Gruppo Serramenti e Avvolgibili** è il primo gruppo di lavoro costituito all'interno del Centro di informazione sul PVC. I suoi obiettivi sono:

- accrescere la cultura della **sostenibilità** e della **qualità**
- promuovere comportamenti e best practices nella produzione di serramenti in PVC
- promuovere correttamente i serramenti in PVC di qualità
- organizzare e promuovere **formazione** e **informazione**

A tutte le aziende facenti parte del Gruppo SI PVC è offerta la possibilità di utilizzare due marchi che forniscono garanzie di qualità e di sostenibilità dei loro prodotti. I marchi sono:

Per i serramenti



Per gli avvolgibili

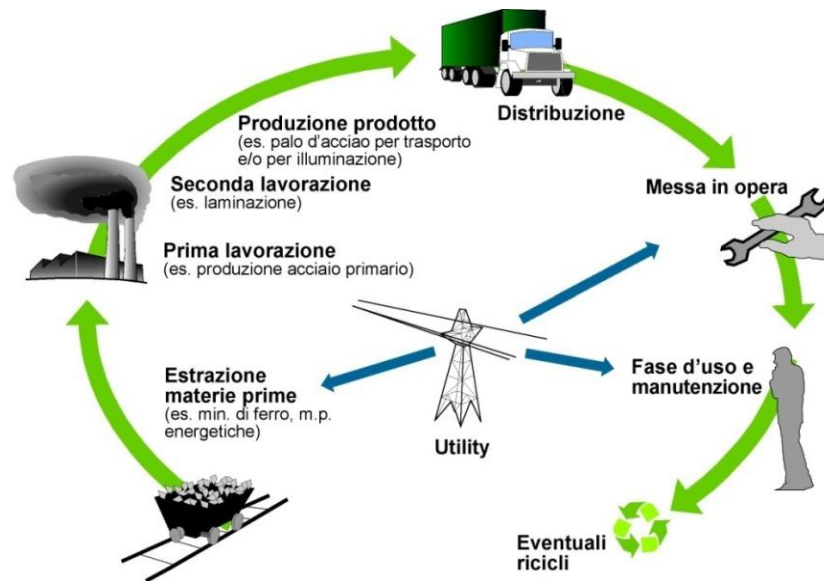


Scopo dello studio LCA

1. La crescente sensibilità ecologica oggi indirizza sempre più le scelte verso oggetti e beni di cui è stata concretamente determinata **l'ecocompatibilità del ciclo produttivo**, della vita in opera e dello smaltimento finale, mediante valutazioni di quantità e di qualità.
2. Sensibile nei confronti di questo problema, il Centro di Informazione sul PVC ha affidato ad una società specializzata il compito di effettuare uno studio di Life Cycle Assessment (LCA) finalizzato a porre a **confronto** i serramenti e gli avvolgibili in PVC **con quelli in alluminio e legno**.
3. Il serramento in PVC può essere inserito nel sistema **LEED** (Leader in Energy and Environmental Design) del Green Building
4. La consapevolezza delle caratteristiche prestazionali del serramento in PVC sta portando alla proposta di **label energetiche - ambientali**.

Che cos'è una LCA

Prima di esaminare gli esiti dello studio è forse opportuno definire cosa è una **Life Cycle Analysis**. Internazionalmente identificata con l'acronimo **LCA** e in Italia chiamata "Analisi del Ciclo di Vita", è una metodologia di valutazione dei carichi energetici e ambientali associati ad un prodotto o ad un processo, lungo l'intero ciclo di vita sintetizzato dal seguente schema esemplificativo.



A che cosa serve una LCA

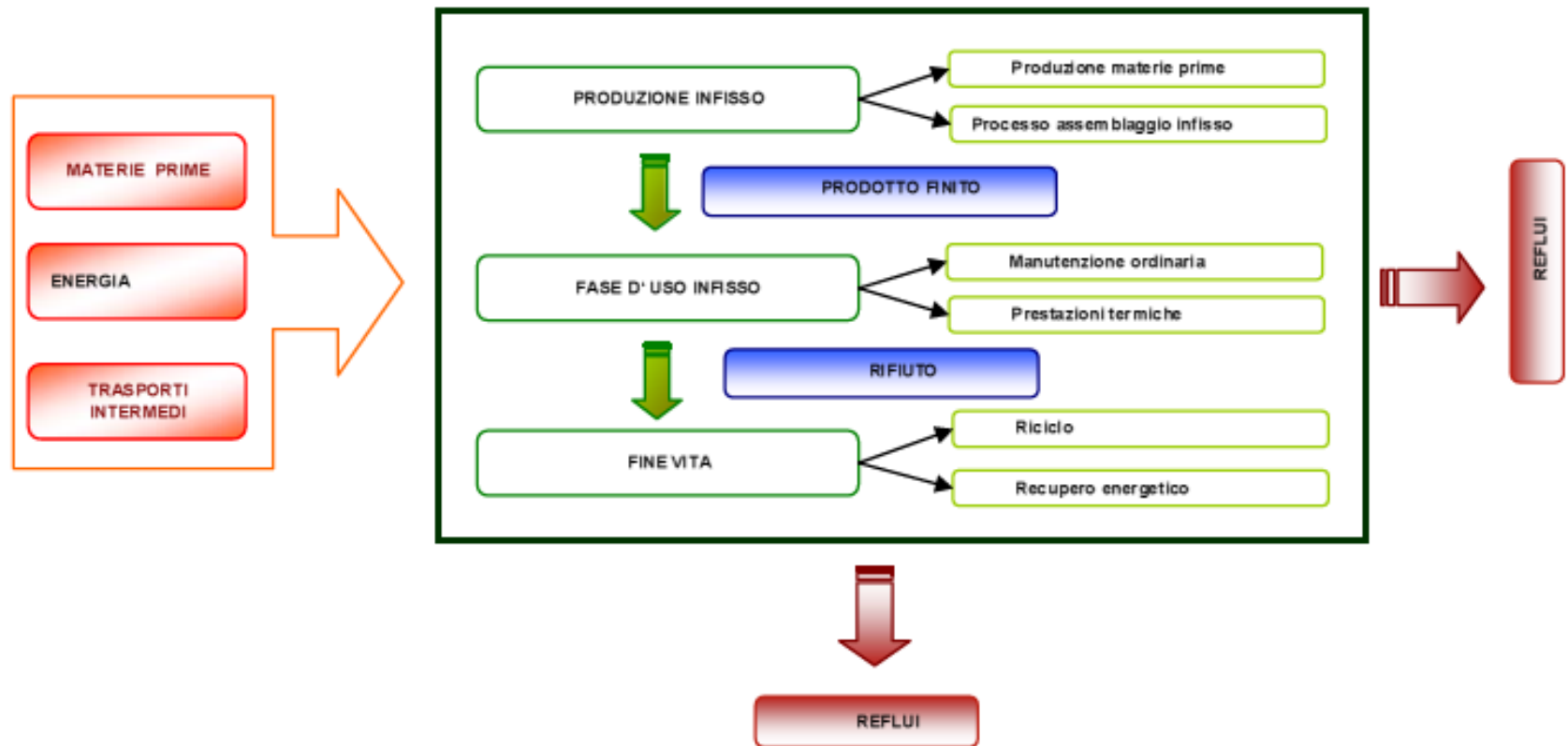
- Una LCA è normalmente utilizzata per verificare e accertare l'impatto ambientale di un prodotto, di un servizio o d'una qualunque attività e, ricorrendo a metodi complessi d'analisi, cerca di esaminare tutti gli effetti da essi causati sull'ambiente.
- La valutazione dell'impatto ambientale complessivo di un dato manufatto deve essere condotta secondo un iter definito, standardizzato e uniforme. La norma **ISO 14040**, emessa nel 1998, fornisce a tal proposito lo schema di riferimento da seguire.
- Per una corretta valutazione dei risultati di una LCA, è importante definire in modo coerente la cosiddetta **“unità funzionale”** che fissa l'“unità di misura” sulla base della quale calcolare i vari impatti ambientali. Tale **“unità funzionale”** **deve essere scelta sulla base della specifica applicazione e può quindi essere diversa per uno stesso materiale/articolo utilizzabile in differenti modalità.**

Indicatori di LCA

Da precisare che i principali indicatori di uno studio LCA sono essenzialmente di due tipi:

- **energetico** - sono i consumi d'energia necessaria a produrre l'unità funzionale (in questo caso un modello ben determinato di serramento o di avvolgibile). Li esprime il parametro GER (Gross Energy Requirement) espresso in MJ che evidenzia il fabbisogno energetico complessivo;
- **ambientale** - illustrano il consumo di risorse naturali, le emissioni in aria e in acqua e i rifiuti solidi prodotti sempre riferiti all'unità funzionale generata. Il GWP100 (Global Warming Potential che è l'effetto serra potenziale a 100 anni) è espresso in Kg di CO₂.
- Come accennato la società di Torino ha operato sia per gli infissi sia per gli avvolgibili in PVC (unità funzionali) effettuando praticamente in due LCA i confronti in base ai suindicati GER e GWP.

Schema di procedura LCA



Analisi del ciclo di vita

Per quanto riguarda i serramenti, la metodologia LCA è stata applicata ai sistemi inerenti le chiusure trasparenti in:

- PVC
- alluminio con taglio termico
- legno

Il serramento è stato scomposto nelle sue principali unità costituenti, essenzialmente riconducibili a:

- parte opaca (telai);
- parte trasparente (vetro);
- parti accessorie (ferramenta e guarnizioni).

Analisi del ciclo di vita

- Lo studio ha analizzato tre fasi: quella produttiva, quella di fase d'uso e quella di fine vita di una precisa **“unità funzionale”** e cioè di una finestra avente le seguenti caratteristiche:
 - dimensione 120 x 150 cm (larghezza per altezza)
 - vetro con trasmittanza termica Ug pari a 1,1 W/(m² . K)
 - anta singola
 - vita utile 30 anni

	Infisso in LEGNO	Infisso in PVC	Infisso in ALLUMINIO
PARTE TRASPARENTE	Vetro doppio = 28,83 kg	Vetro doppio = 28,83 kg	Vetro doppio = 28,83 kg
PARTE OPACA	Telaio + anta = 28,91 kg Impregnante = 0,324 l	Telaio + anta = 16,5 kg	Telaio + anta = 15,5 kg
PARTI ACCESSORIE	Guarnizione = 1,72 kg Ferramenta < 2 kg	Guarnizione = 0,86 kg Ferramenta < 2 kg Rinforzi = 11,5 kg	Guarnizione = 0,86 kg Ferramenta < 2 kg
ALTRO	Vernice impregnante	-	-

La fase di produzione dell'infisso

Tipologia di infisso	GER	GWP
	(MJ/unità infisso)	(kg CO ₂ -eq./unità infisso)
Legno	1.110	40
PVC	1.900	110
Alluminio primario	4.300	270
Alluminio medio	2.700	170

- In questa fase, il prodotto meno impattante è il telaio in legno.
- Il carico ambientale maggiore è invece associato alla produzione di infissi con telaio in alluminio.

La fase d'uso dell'infisso 1

- Il modello di studio utilizzato ha preso in considerazione le attività di **manutenzione ordinaria** e le **performance termiche invernali** (intese come energia dispersa attraverso il serramento) in un periodo temporale ipotizzato pari a **30 anni**.
- Sono state esplicitamente trascurate le attività inerenti la messa in opera del manufatto, ritenendo comunque tale assunzione in linea con gli obiettivi dello studio.
- Nei calcoli degli impatti inerenti la fase d'uso, **il parametro principale considerato è la trasmittanza termica UW** dei serramenti, dalla quale dipendono sostanzialmente la dispersione di calore attraverso di essi, in ultima analisi, i consumi energetici.
- Unicamente nel caso degli infissi in legno, sono state ipotizzate operazioni di manutenzione ordinaria intense come riverniciature della superficie interna ed esterna dell'infisso ogni 5 anni, con impregnante all'acqua.

La fase d'uso dell'infisso 2

- Per valutare le **dispersioni termiche** nella fase d'uso dell'infisso, è stato realizzato un modello di calcolo semplificato basato sulle seguenti principali assunzioni:
 - l'energia dispersa attraverso l'infisso durante la stagione invernale è fornita all'ambiente attraverso un generatore di calore a metano
 - il rendimento globale medio stagionale dell'impianto sia pari al 90%.
- Il metodo utilizzato prevede le seguenti fasi:
 - calcolo del **flusso di potenza termica** dispersa (espressa in W);
 - calcolo **dell'energia annua persa** (espressa in MJ).

La fase d'uso dell'infisso 3

- I calcoli sono stati eseguiti prendendo come riferimento una località della fascia climatica D (rif. DPR. n°412 del 26108193).
- Riassumendo, la stima del calore disperso è stata effettuata utilizzando come modello un'unità d'infisso (“unità funzionale”) formata da un'unica anta di 120 x 150 cm pari a 1,8 m² di superficie, 30 anni di vita utile e con le seguenti caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'UNITÀ FUNZIONALE	Trasmittanza termica $U_w = (W/m^2 \cdot K)$
LEGNO	1,5
PVC	1,4
ALLUMINIO - primario	1,9
ALLUMINIO - medio (50% R)	1,9

La fase d'uso dell'infisso 4

GER [MJ/infisso]	1 anno	Manutenzione	30 anni
Legno	895	15	26.800
PVC	835	/	25.000
Alluminio	1.150	/	34.000

GWP [kg CO ₂ /infisso]	1 anno	Manutenzione	30 anni
Legno	60	0,6	1.800
PVC	56	/	1.700
Alluminio	77	/	2.300

La fine vita dell'infisso

Il **fine vita degli infissi** prevede tre possibili alternative:

- il recupero energetico,
- il recupero di materia,
- Lo smaltimento in discarica.

Il modello analizzato nello studio ipotizza che le parti componenti gli infissi vengano a fine vita destinate al recupero di materia, distinguendo le possibili modalità di riciclo in:

- **aperto**, ove il materiale rientra in circolo in un processo diverso da quello originario;
- **chiuso**, ove il materiale rientra in circolo nel medesimo processo, sostituendo materiali vergini.

La fine vita dell'infisso

	Infissi in legno	Infissi in PVC	Infissi in alluminio taglio termico
PARTE TRASPARENTE	Riciclo di tipo <i>APERTO</i> : riutilizzo come materia prima secondaria per la realizzazione di manufatti in vetro riciclato.		
PARTE OPACA	Riciclo di tipo <i>APERTO</i> : riutilizzo del legno come materia prima secondaria per la produzione di manufatti in compensato.	Riciclo di tipo <i>APERTO</i> : PVC ricondizionato per l'utilizzo in altri settori (ad esempio la produzione di canaline, ecc.)	Riciclo di tipo <i>CHIUSO</i> : re-immissione dell'alluminio nel ciclo primario, anche per la produzione di nuovi infissi.
PARTI ACCESSORIE	Riciclo di tipo <i>APERTO</i> : i materiali dismessi (guarnizioni, ferramenta, rinforzi) possono essere raccolti e riutilizzati in altri settori.		

La fine vita dell'infisso

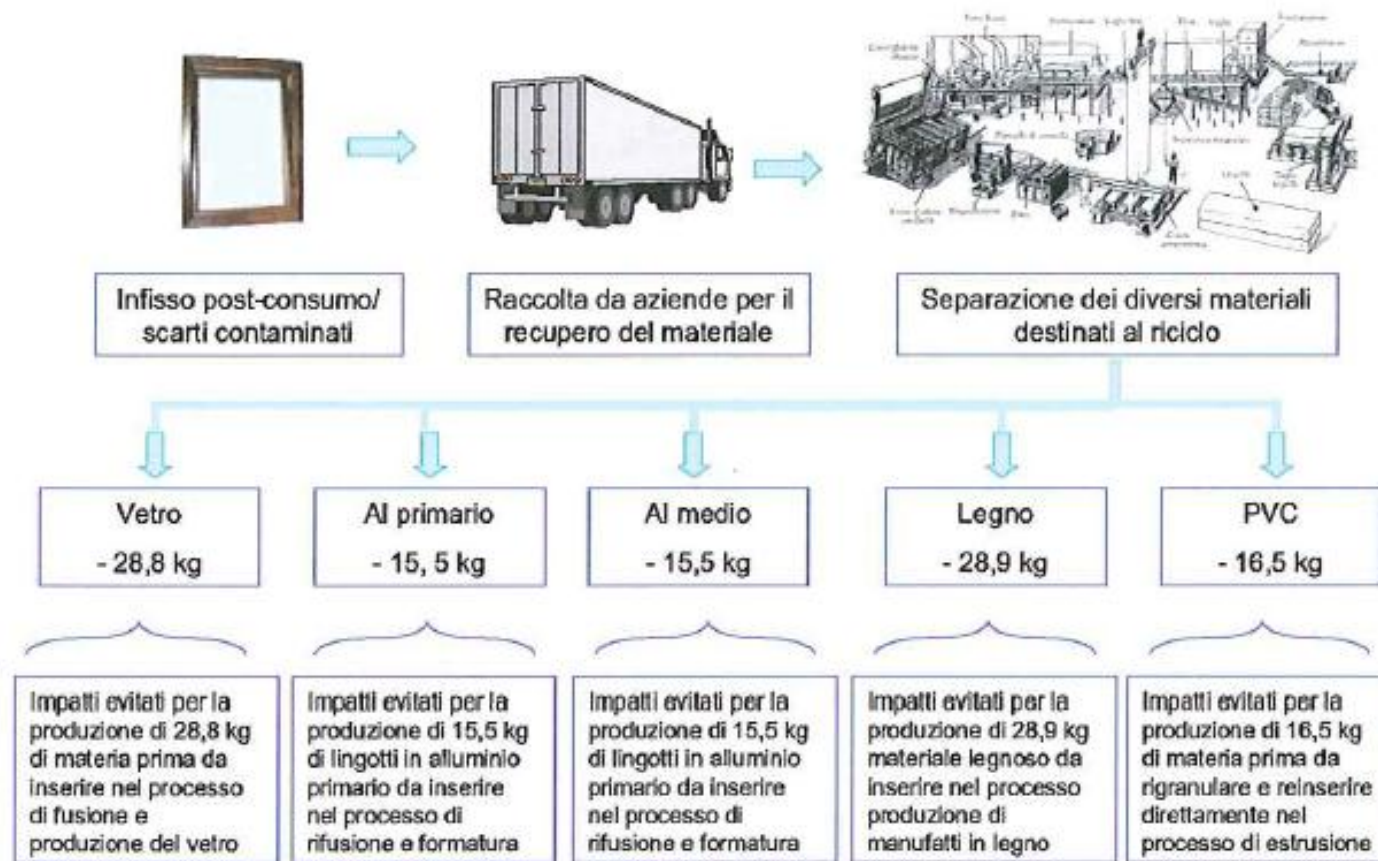
- L'approccio segue la metodologia degli impatti evitati: sono stati cioè considerati quegli impatti non creati ma associati alla produzione della materia prima utilizzata per la funzione specifica, secondo le ipotesi sintetizzate nella seguente tabella

	Legno	PVC	Alluminio	Vetro
IMPATTI EVITATI	Raccolta, trasporto, lavorazioni del legno vergine.	Produzione di PVC vergine.	Produzione delle materie prime per il processo produttivo dell'alluminio vergine	Produzione delle materie prime per il processo produttivo di manufatti in vetro

La fine vita dell'infisso

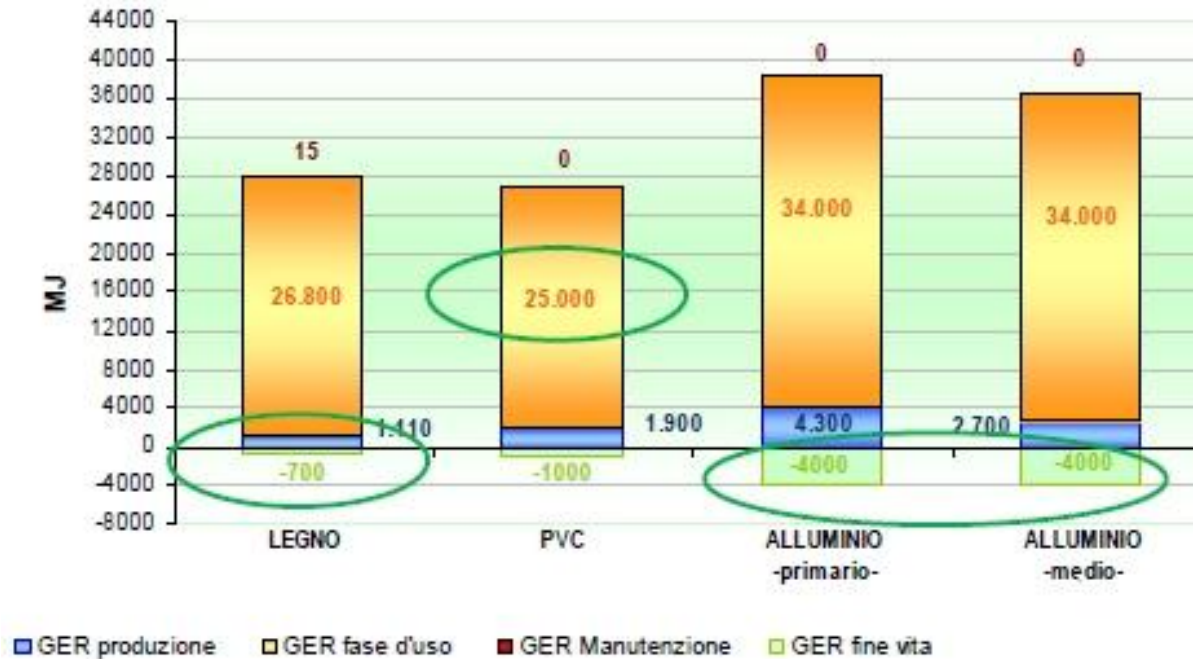
Tipologia di infisso	GER (MJ/unità infisso)	GWP (kg CO ₂ -eq./unità infisso)
Telaio in Legno	-700	-20
Telaio in PVC	-1.000	-40
Telaio in Alluminio	-4.000	-220

Impatti ambientali evitati



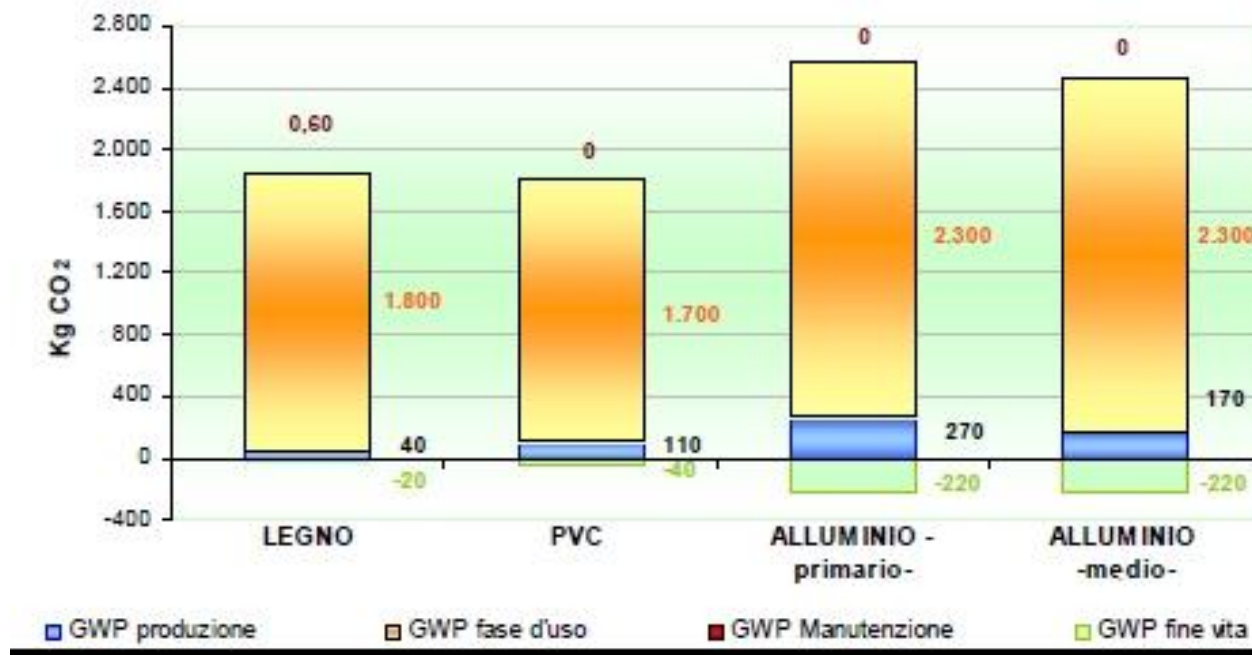
- **Alluminio primario:** il telaio è realizzato a partire da materiale vergine al 100% e cioè dal processo di elettrolisi dell'allumina;
- **Alluminio medio:** il telaio è realizzato in parte da materiale vergine e in parte da riciclato.

Risultati LCA degli infissi: GER



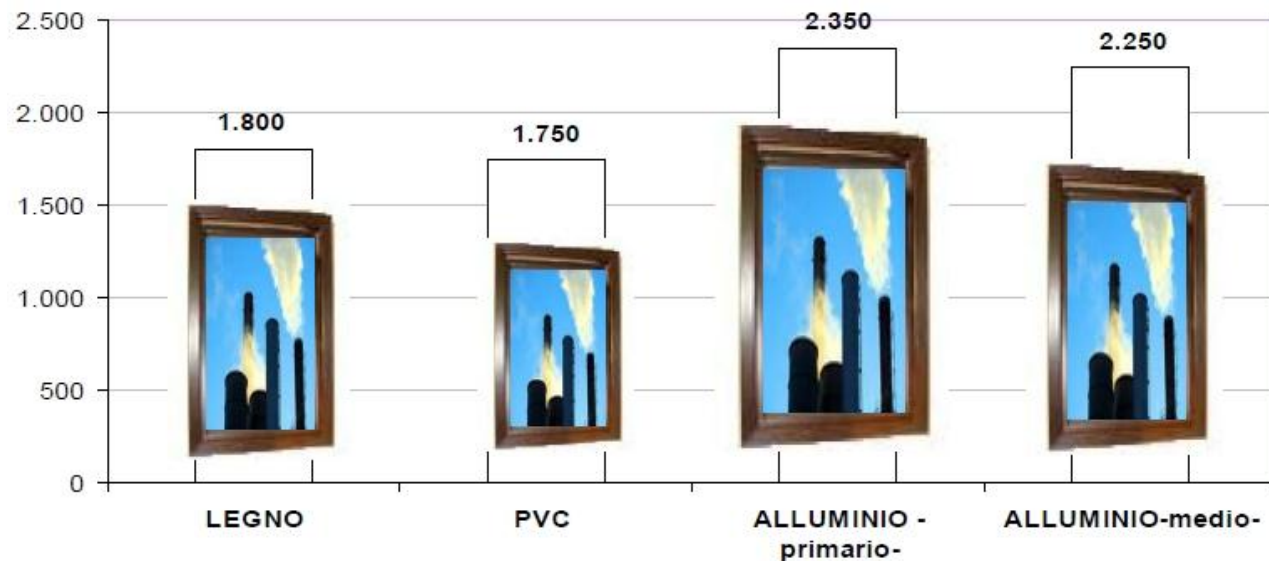
La figura riassume il fabbisogno energetico (GER) delle fasi considerate (produttiva, d'uso e di fine vita) di una precisa "unità funzionale" espressa in megajoule MJ (il joule J misura il lavoro richiesto per esercitare una forza $1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$). Il GER dell'unità funzionale in PVC è risultato il minore dei quattro.

Risultati complessivi LCA degli infissi: GWP



La figura esprime il contributo di ciascuna fase al GWP (espresso in Kg di CO₂ per unità funzionale). Anche in questo caso i valori inerenti al PVC sono i più bassi.

Risultati complessivi LCA degli infissi: GWP



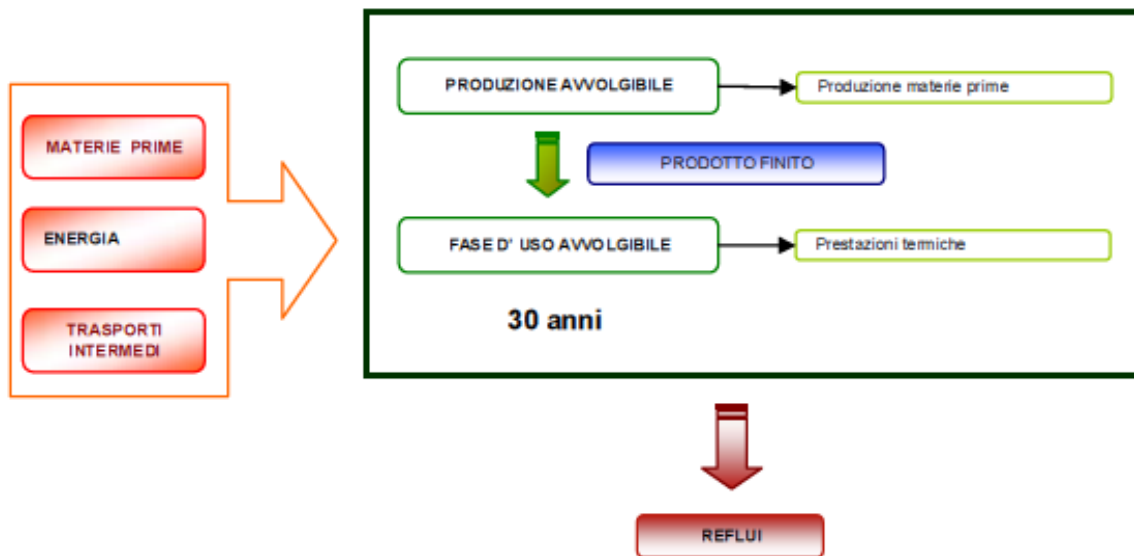
La figura confronta il GWP complessivo dei 4 serramenti esaminati nelle tre fasi espresso in Kg di CO₂ per unità funzionale

Risultati complessivi LCA degli infissi: GER e GWP

Tipologia di infisso	GER (MJ/unità infisso)	GWP (kg CO ₂ - eq./unità infisso)
Legno	27.200	1.800
PVC	25.900	1.750
Alluminio primario	34.300	2.350
Alluminio secondario (50% da secondario)	32.700	2.250

Nella tabella sono evidenziati il GER e il GWP associati all'interno ciclo di vita, normalizzati rispetto ad un'unità di infisso di dimensioni pari a 120x150cm, vetro camera 4/15/4 basso emissivo con Argon.

Analisi del ciclo di vita degli avvolgibili in PVC



Per quanto riguarda le tapparelle avvolgibili, “l’unità funzionale” è stata scelta in base alla dimensione ottimale da abbinare al campione di infisso considerato, ossia un avvolgibile di 125 x 165 cm, sempre per 30 anni di vita utile.

Le tapparelle avvolgibili confrontate sono state:

- in PVC autoaggancianti del peso 9 Kg
- in alluminio (6Kg.) dotate di coibentazione in poliuretano del peso di 3 Kg.

Fase d'uso dell'avvolgibile

Come per i serramenti, anche per la fase d'uso degli avvolgibili è necessario determinare il flusso di calore disperso attraverso un'unità funzionale di prodotto

Viene utilizzata la Norma UNI EN ISO 10077-1 “Thermal performance of windows: doors and shutters - Calculation of thermal transmittance” che consente il calcolo del valore della trasmittanza termica del sistema “infisso+schermo” quando gli schermi sono chiusi (U_{ws}) attraverso la formula:

$$U_{ws} = \frac{1}{1/U_w + \Delta R}$$

(U_{ws} indica la trasmittanza termica dell'infisso con schermi chiusi; U_w indica la trasmittanza termica dell'infisso; ΔR indica la resistenza termica dello schermo)

Calcolo della trasmittanza termica del sistema infisso + serramento

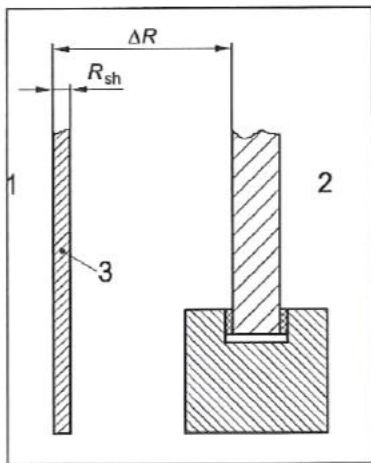
Infissi	PVC	Alluminio
Resistenza termica addizionale (UNI EN ISO 10077-1)	$\Delta R = 0,22 \text{ m}^2\text{K/W}$	$\Delta R = 0,15 \text{ m}^2\text{K/W}$

La trasmittanza termica U complessiva del sistema "infisso + schermo" (U totale) dipende dal numero di ore al giorno in cui lo schermo è chiuso. Per il calcolo della U totale, ossia della trasmittanza termica con schermi chiusi per n ore, si è utilizzato la seguente relazione:

$$U = \frac{U_w \cdot (24 - n) + U_{ws} \cdot n}{24}$$

(U indica la trasmittanza termica totale del sistema "infisso + schermo" con schermi chiusi per n ore; n indica il numero di ore al giorno in cui lo schermo è chiuso)

Calcolo della trasmittanza termica del sistema **infisso + serramento**



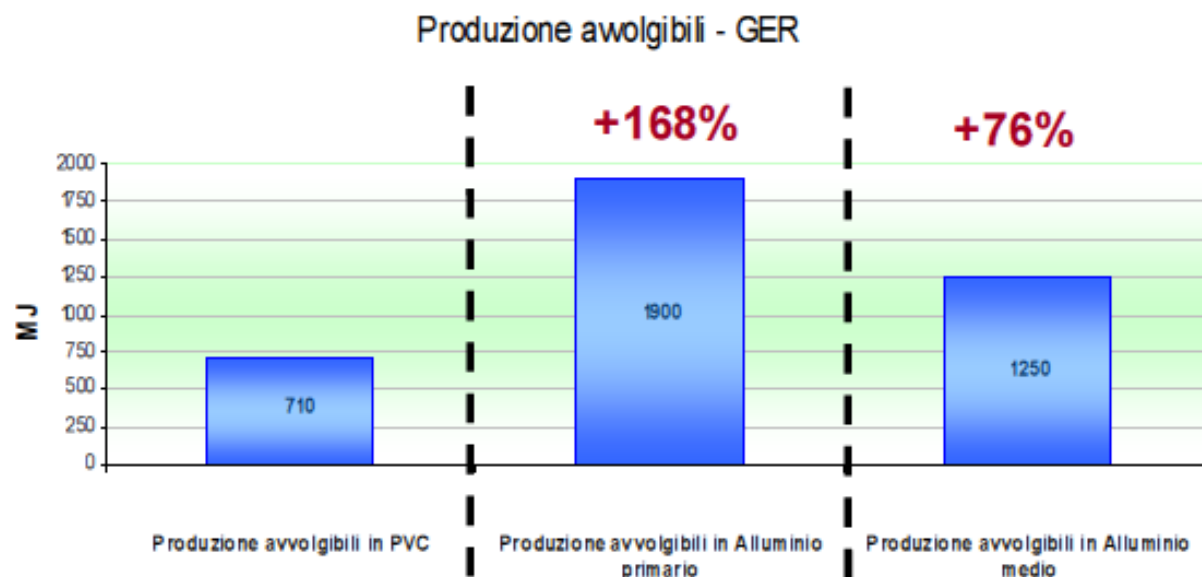
Dettaglio del sistema “infisso + schermo”
(avvolgibile): 1.esterno 2.interno 3. schermo

La successiva tabella riporta quindi i valori di U totale, ossia della trasmittanza termica U complessiva del sistema "infisso + schermo" quando la tapparella avvolgibile è chiusa per 12 ore/giorno, utilizzati nell'analisi

Valori della trasmittanza termica U dei serramenti campione con tapparella chiusa per 12 ore/giorno

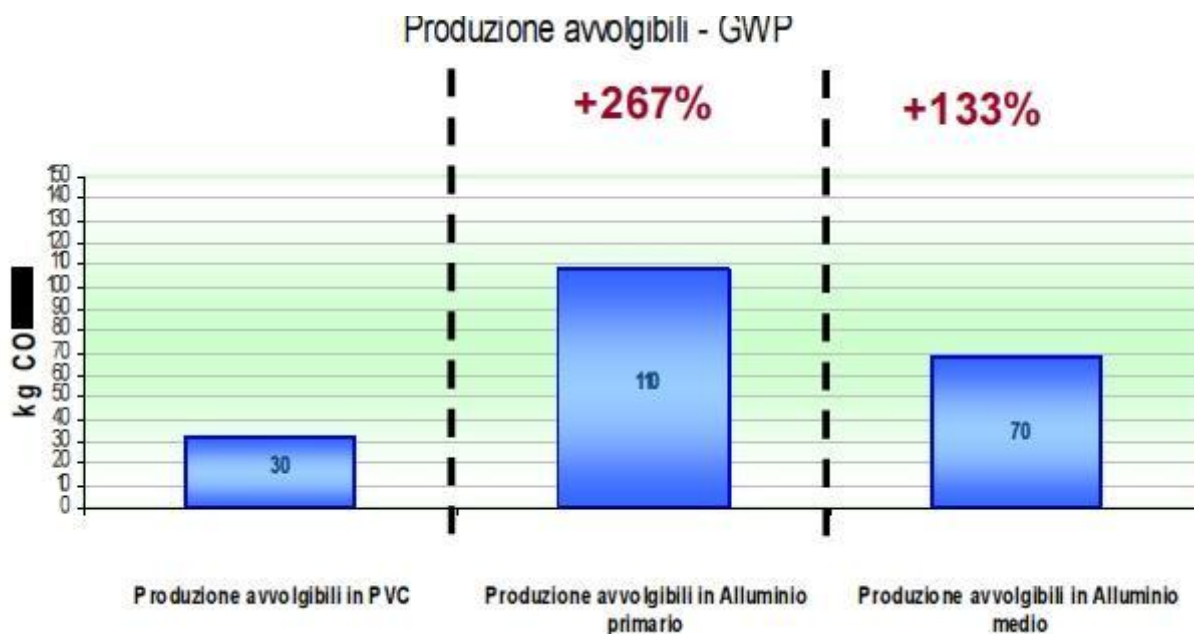
Infissi	Legno	PVC	Alluminio
Tapparella in PVC	$U = 1,31 (W/m^2 \cdot K)$	$U = 1,24 (W/m^2 \cdot K)$	$U = 1,62 (W/m^2 \cdot K)$
Tapparella in alluminio coibentata con PU	$U = 1,36 (W/m^2 \cdot K)$	$U = 1,28 (W/m^2 \cdot K)$	$U = 1,69 (W/m^2 \cdot K)$

I risultati della fase produttiva degli avvolgibili : GER



Anche in questo caso il PVC ha ottenuto risultati lusinghieri in termini di GER e GWP relativi alle fasi di produzione e di uso.

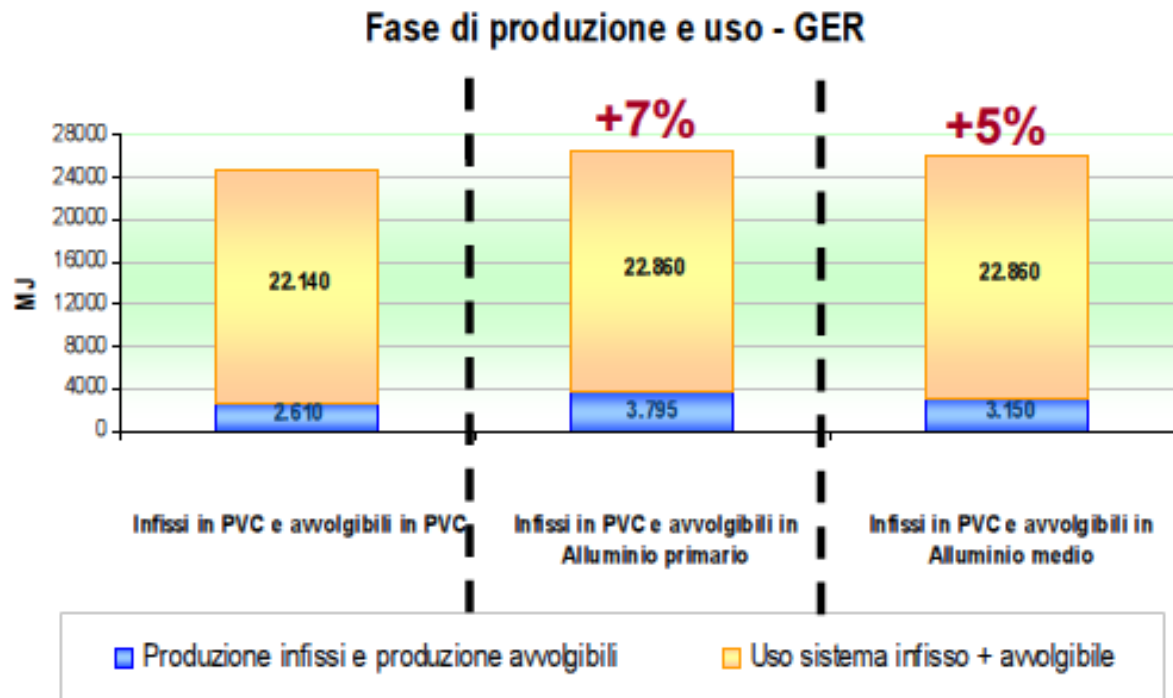
I risultati della fase produttiva degli avvolgibili : GWP



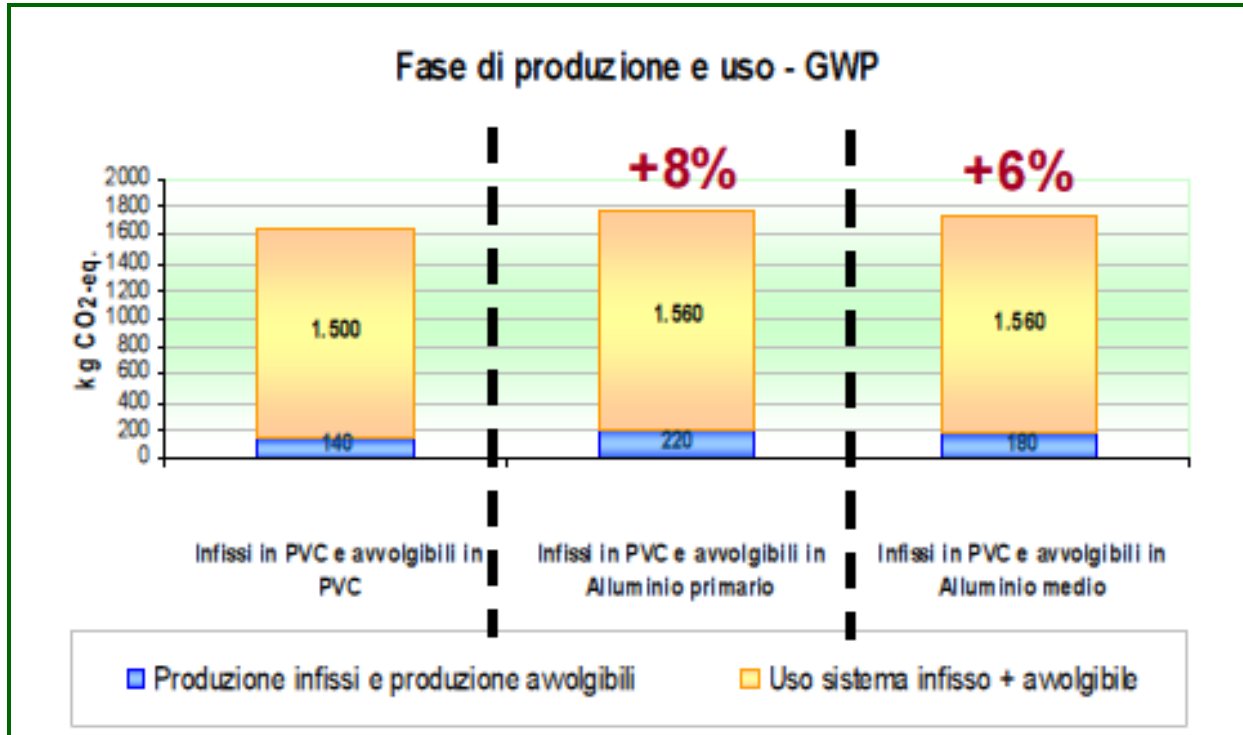
Anche in questo caso il PVC ha ottenuto risultati lusinghieri in termini di GER e GWP relativi alle fasi di produzione e di uso.

I risultati del sistema “infissi + avvolgibili” : GER

Sommando i valori inerenti la produzione e l'uso sia dei serramenti sia degli avvolgibili, si ottengono i seguenti risultati a livello di GER e di GWP



I risultati del sistema “infissi + avvolgibili” : GWP



Dallo studio LCA realizzato da Life Cycle Engineering si evince che i serramenti e gli avvolgibili in PVC sono “prodotti sostenibili” che, alle loro elevate prestazioni, associano un basso impatto ambientale.