Confronto tra serramenti in PVC, Alluminio e Legno mediante l'Analisi del Ciclo di Vita (LCA) (inclusi gli avvolgibili)

A cura di

Simona Taborelli – Taborelli@studiolce.it

MADE EXPO 2010, Milano
3 febbraio 2010

Contenuti

1 Chi siamo

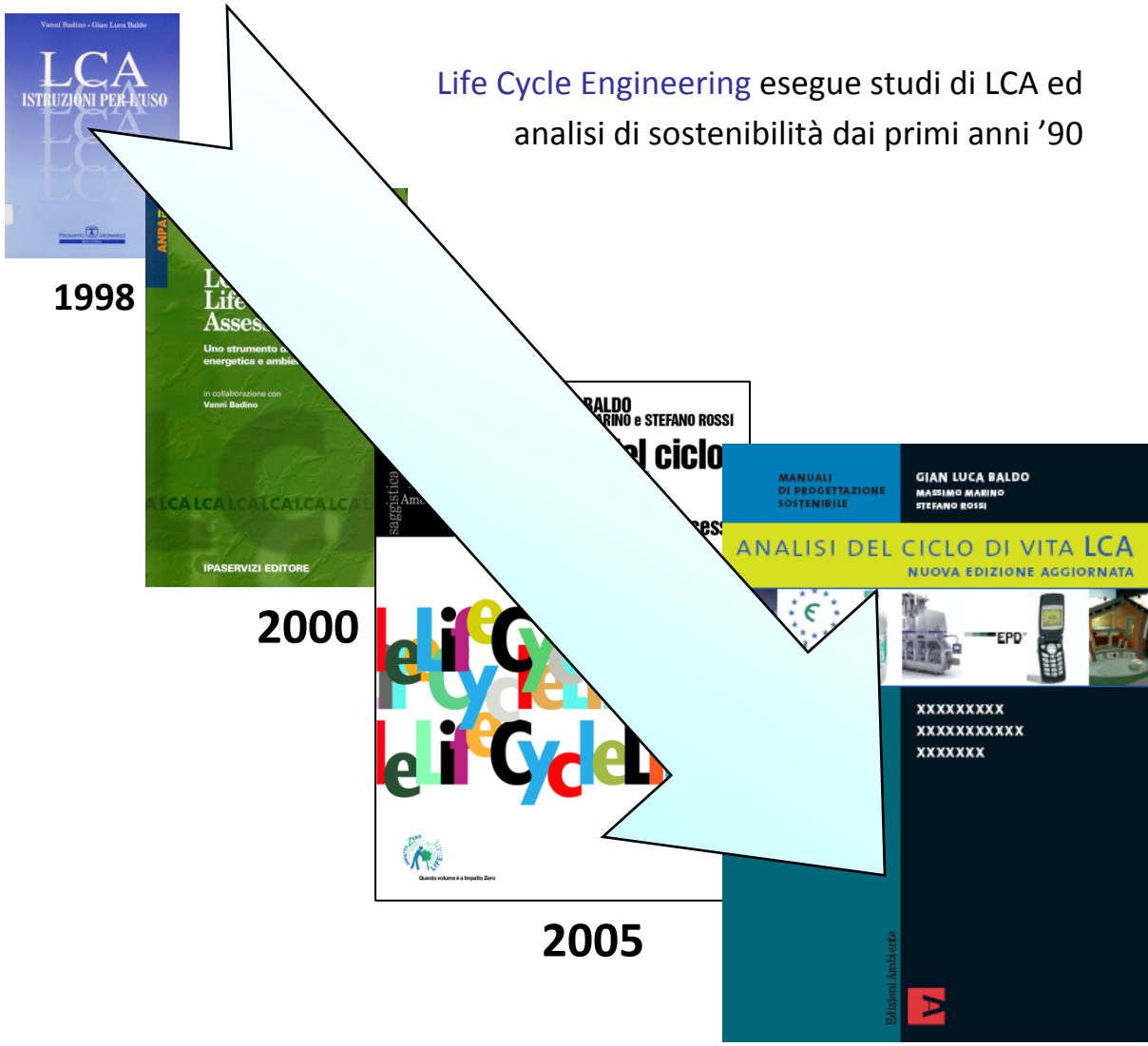
2 Analisi LCA applicata agli infissi

3 Analisi LCA PRELIMINARE applicata agli avvolgibili

Chi siamo

- **15 anni** su tematiche ambientali specifiche (LCA, eco-design, ecolabelling, carbon footprint)
- circa **100 studi di tipo LCA** per clienti nazionali ed internazionali
- partner scientifico per POLITO, oltre **70 pubblicazioni**
- partner of **Boustead Consulting** and **Granta Design**
- consulenti **DG Environment**, **ISPRA** sul tema ecolabel
- **Partner** di molte aziende dei settori costruzioni, isolanti, plastiche e packaging

Life Cycle Engineering esegue studi di LCA ed analisi di sostenibilità dai primi anni '90



Contenuti

1 Chi siamo

2 Analisi LCA applicata agli infissi

3 Analisi LCA PRELIMINARE degli avvolgibili

Scopi e obiettivi dello studio

L'analisi del ciclo di vita (LCA) è una metodologia di valutazione dei carichi energetici e ambientali associati ad un prodotto o ad un processo, lungo l'intero ciclo di vita.

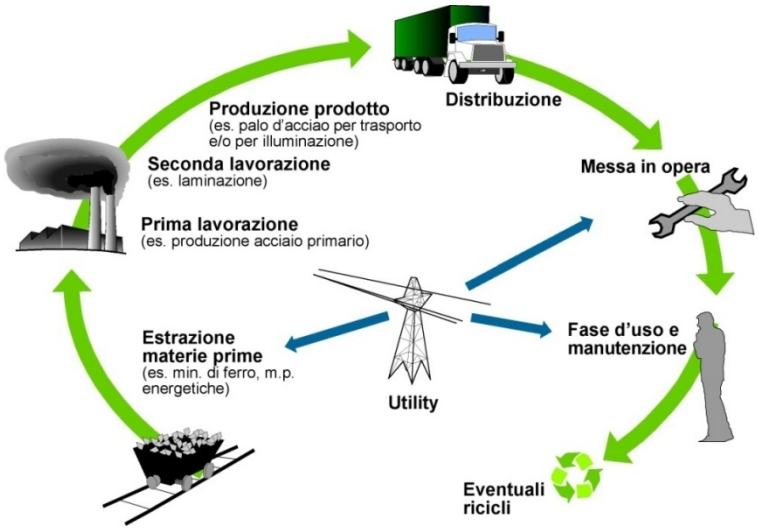
INVENTARIO DEGLI INPUT E OUTPUT

↓

VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

↓

INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI



Applicazione della metodologia dell'analisi del ciclo di vita (LCA) 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:

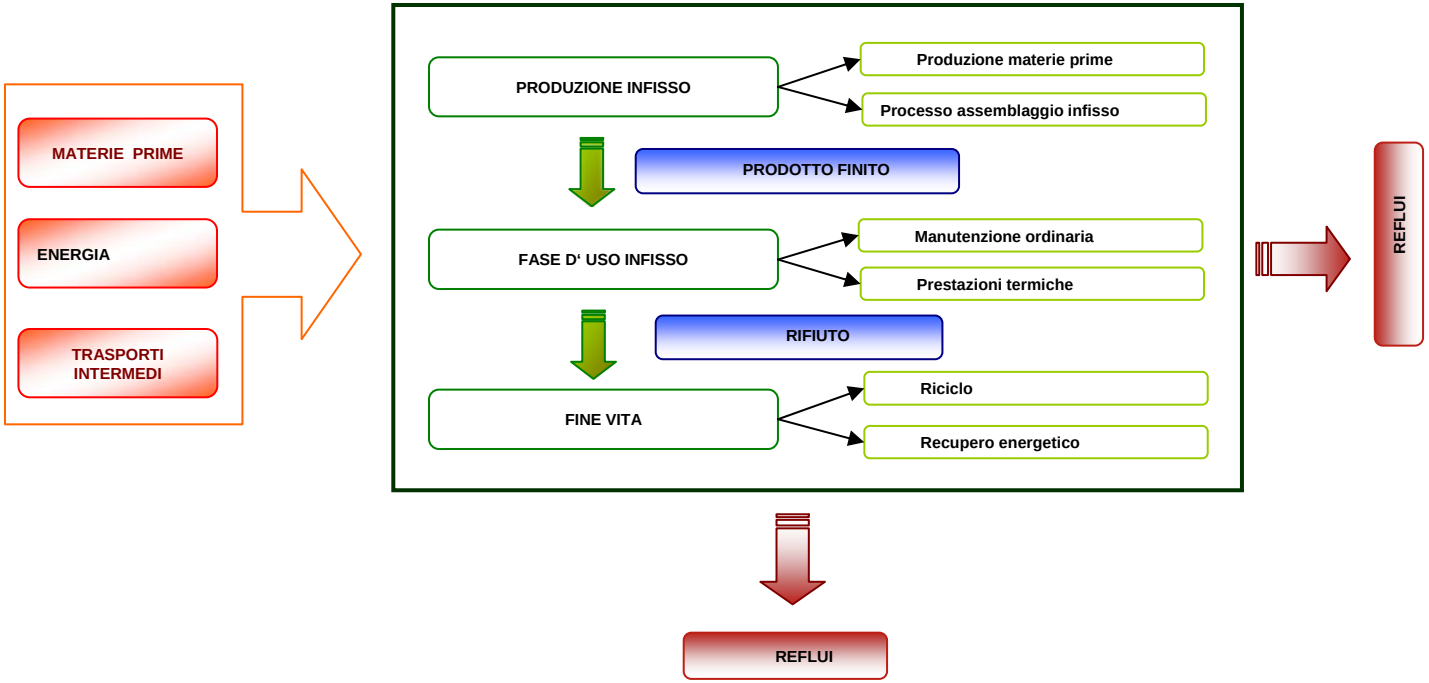
1. parte opaca (**telai**);
2. parte trasparente (**vetro**);
3. parti accessorie (**ferramenta e guarnizioni**).

Unità funzionale e confini del sistema

Lo studio è riferito alla produzione, alla fase d'uso ed al fine vita di un **serramento "campione"** con le seguenti caratteristiche:

U.F.

- ⇨ **dimensione 120 cm x 150 cm** (larghezza x altezza);
- ⇨ vetro con trasmittanza termica Ug pari a 1,1 W/(m^2*K**)** corrispondente ad un vetrocamera 4/15/4 mm basso emissivo con Argon;
- ⇨ anta singola;
- ⇨ vita utile posta pari a 30 anni.



[1] Questa ipotesi è in grado di "favorire" il valore calcolato del carico ambientale della produzione di alluminio primario. E' infatti usuale che gli stabilim
fonte idro. Questa ipotesi rimane dunque alla base dell'operazione che descrive il processo produttivo nel modello LCA.
[2] Si veda il Paragrafo 3.1 per ulteriori dettagli circa le ipotesi utilizzate per la produzione di alluminio primario e secondario.

Fonti e tipologia di dati utilizzati nello studio

PRODOTTO	PRODUZIONE INFISSO - MATERIALI-	PRODUZIONE INFISSO -ASSEMBLAGGIO-	FASE USO	FINE VITA
Serramenti in PVC	• Dati PlasticsEurope elaborati sul Boustead Model • Indicazioni tecniche provenienti da produttori di infissi in PVC	Dati non disponibili: ipotizzando che il processo sia analogo per ciascuna delle tipologie di infissi analizzati esso è stato trascurato.	• Stime LCE • Dati presenti nella banca dati Boustead Model	• Stime LCE • Dati PlasticsEurope elaborati sul Boustead Model
Serramenti in alluminio	• Dati presenti nella banca dati Boustead Model (alluminio primario: da un punto di vista energetico è ipotizzata una quota parte di fonte Hydro) • Dati LCE elaborati sul Boustead Model (alluminio secondario) • Indicazioni tecniche provenienti da produttori di infissi in alluminio		• Stime LCE • Dati presenti nella banca dati Boustead Model	• Stime LCE: l'infisso è ipotizzato equivalente ad un lingotto di Al primario • Dati presenti nella banca dati Boustead Model (alluminio primario) • Dati LCE elaborati sul Boustead Model (alluminio secondario)
Serramenti in legno	• Dati presenti in alcune banche dati LCA • Indicazioni tecniche provenienti da produttori di infissi in legno		• Stime LCE • Dati presenti nella banca dati Boustead Model	• Stime LCE • Dati LCE elaborati sul Boustead Model

Analisi d'inventario: PRODUZIONE INFISSI

Principali caratteristiche degli infissi comparati:

Infissi	Legno	PVC	Alluminio
Materiali	-Struttura in listelli di legno di pino lamellare trattati con impregnante -Sezione del telaio: 68 mm -Densità: 520 kg/m^3; -Impregnante: diluizione 10% di vernice per litro d'acqua, resa 10 m^2/l;	-PVC vergine e PVC rigranulato (6% del materiale utilizzato)	-Alluminio vergine e alluminio medio (50% vergine e 50% di alluminio proveniente da riciclo - secondario)
Trasmittanza	U_{frame}= 1,8 W/m^2°K, U_{window}= *1,5 (W/m^2·K)*	U_{frame}= 1,3 W/m^2°K, U_{window}= *1,4 (W/m^2·K)*	U_{frame}= 3 W/m^2°K, U_{window}= *1,9 (W/m^2·K)*

$$U_W = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

Ipotesi adottate nell'analisi per le guarnizioni

Guarnizione	**Infisso in LEGNO**	**Infisso in PVC**	**Infisso in ALLUMINIO**
Materiale	EPDM	EPDM	EPDM
Densità	865 kg/m^3	865 kg/m^3	865 kg/m^3
Lunghezza	(guarnizione doppia)	(guarnizione singola)	(guarnizione singola)
Sezione	1 cm x 1 cm	1 cm x 1 cm	1 cm x 1 cm

Analisi d'inventario: PRODUZIONE INFISSI - ipotesi utilizzate nei calcoli

Peso degli infissi oggetto dello studio (telai, vetri e guarnizioni): dati riferiti ad un'unità di infisso di dimensioni 120 x 150 cm.

	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	-	-

Analisi d'inventario: FASE D'USO – Manutenzione[a] + 30 anni

Calcolo Φ : flusso di potenza termica

Materiale	Φ [W] = Uw*A*ΔT
LEGNO	54
PVC	50
ALLUMINIO-primario-	68
ALLUMINIO-medio (50% da secondario)-	68

Parametri utilizzati per il calcolo	
A [m²]=	1,8
ΔT(1) =	20

(1) Differenza di temperatura tra interno ed esterno

Calcolo energia annua

Materiale	E [J] = Φ * t [s]	E [MJ]
LEGNO	774.489.600	774
PVC	722.856.960	723
ALLUMINIO-primario-	981.020.160	981
ALLUMINIO-medio (50% da secondario)-	981.020.160	981

Parametri utilizzati per il calcolo	
Giorni(2)	166
Ore	24
Utilizzo(3)	100%

(2) n° giorni di riscaldamento invernale (zona climatica D)

(3) Funzionamento dell'impianto durante il periodo di riscaldamento ipotizzato continuo

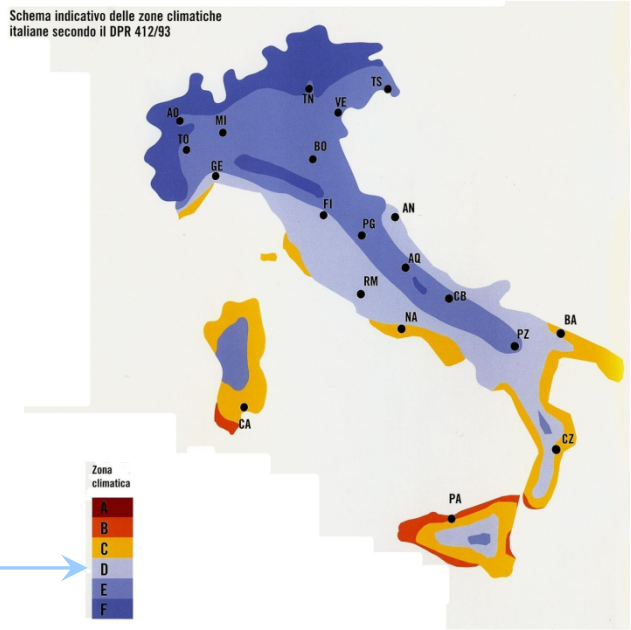
Calcolo dei consumi di gas naturale

Materiale	E [MJ]	Consumo CH4 annuo [MJ]	Consumo CH4 vita utile [MJ]
LEGNO	774	861	25.816
PVC	723	803	24.095
ALLUMINIO-primario-	981	1.090	32.701
ALLUMINIO-medio (50% da secondario-	981	1.090	32.701

Rendimento globale medio stagionale(4)	90%

(4) Il "rendimento globale medio stagionale" dell'impianto termico è il prodotto dei rendimenti medi stagionali di produzione, di regolazione, di distribuzione e di emissione.

[a] Unicamente per il legno: 1 riverniciatura ogni 5 anni



Analisi d'inventario: FINE VITA

La gestione del fine vita di un manufatto prevede tre possibili alternative:

- il recupero energetico
- il recupero di materia
- lo smaltimento in discarica

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.

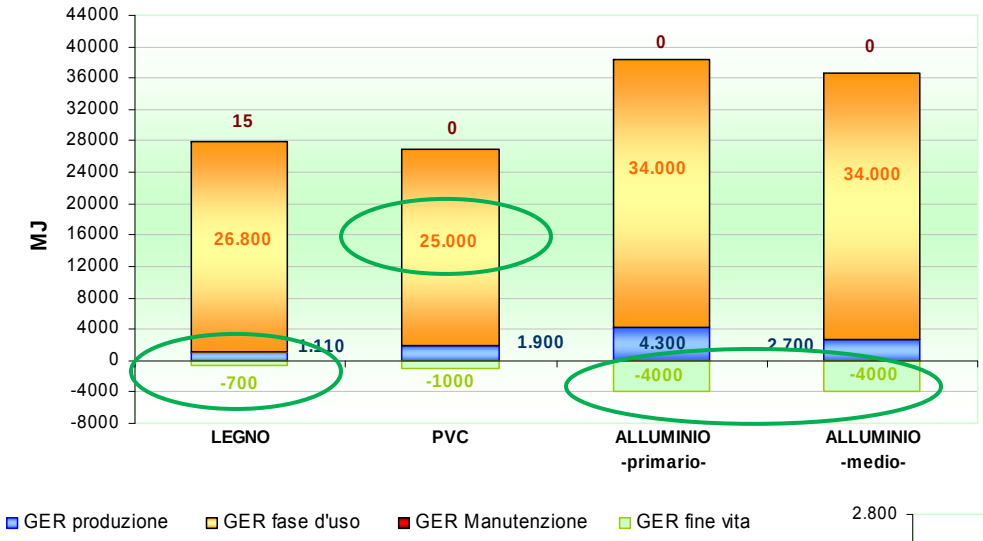
IMPATTI EVITATI impatti non prodotti grazie alla produzione evitata di materia prima

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

Risultati dello studio

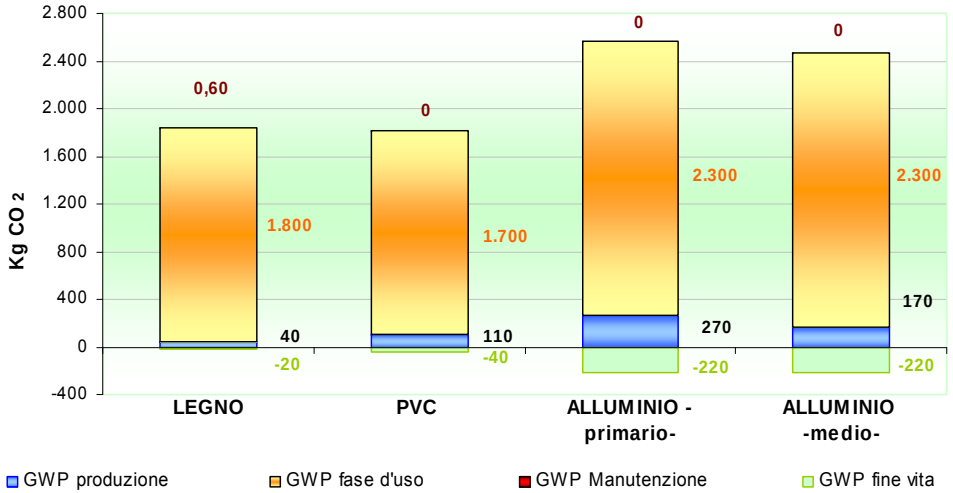
Categorie di impatto considerati:

- fabbisogno energetico complessivo (GER – Gross Energy Requirement)
- contributo all'effetto serra riferito al tempo-orizzonte di 100 anni (GWP_{100} Global Warming Potential)

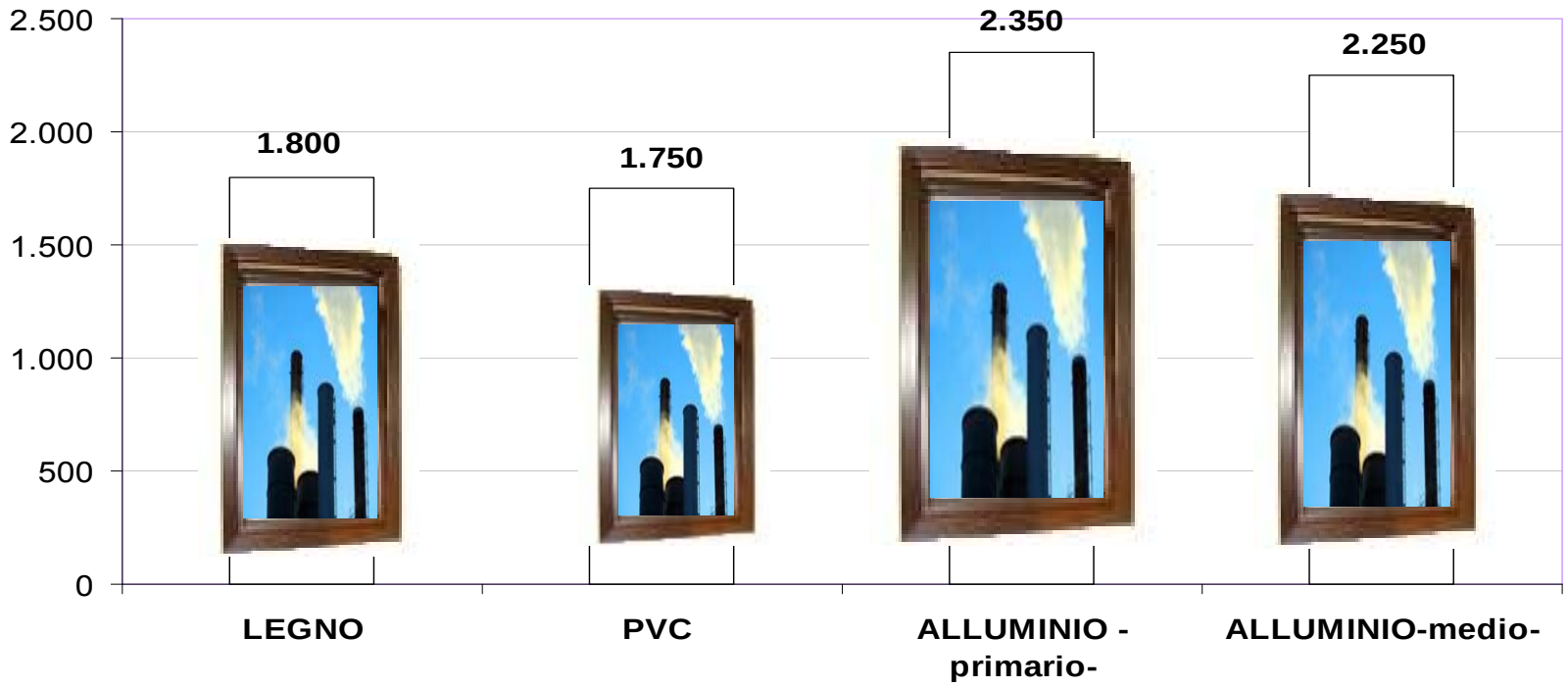


Contributo di ciascuna fase –produzione, **fase d'uso**, manutenzione e fine vita- al valore di <u>GER</u> (espresso in MJ per unità di infisso).

Contributo di ciascuna fase al valore al <u>GWP</u> (espresso in kg di CO_2-eq. per unità di infisso).



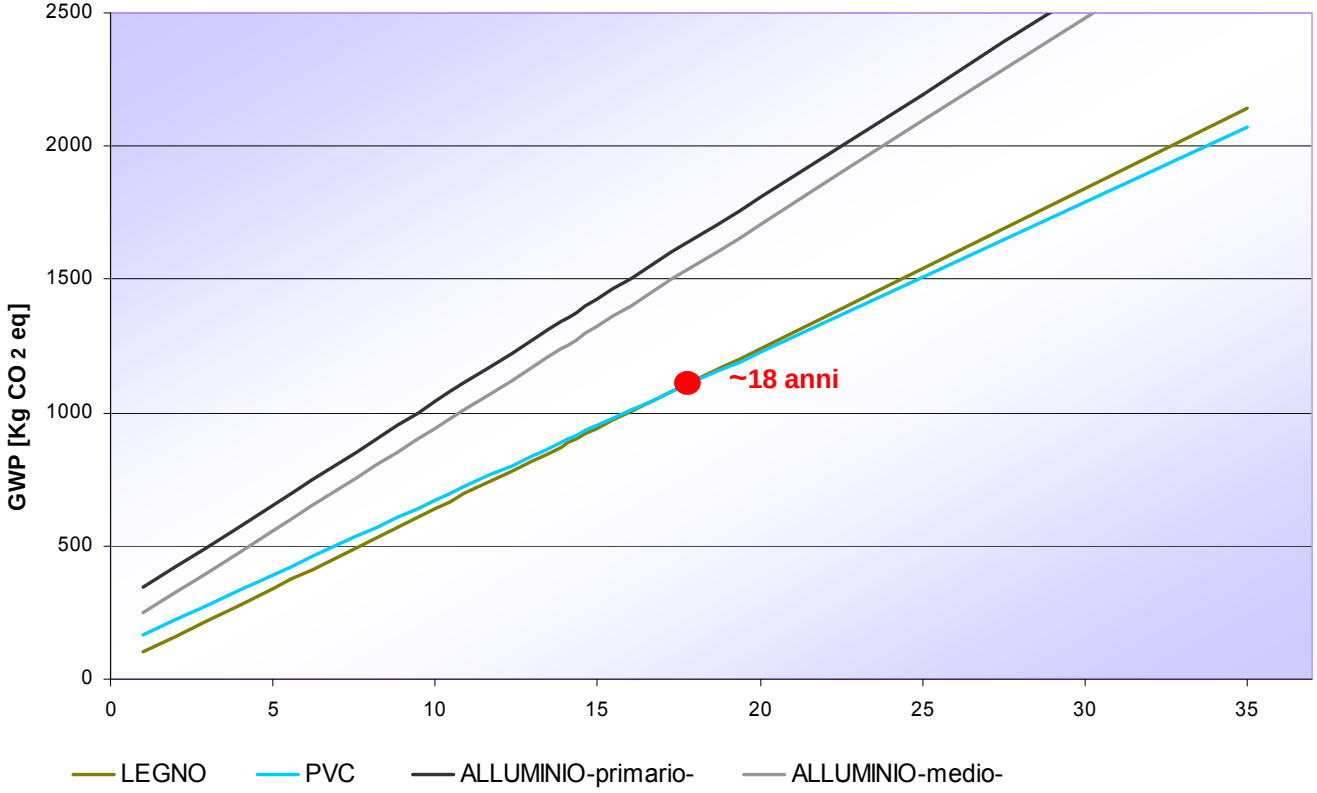
Carichi ambientali complessivi delle tre tipologie di infisso



Valore del GWP complessivo (espresso in kg di CO_2-eq. per unità di infisso), che include le fasi di produzione, manutenzione, uso e fine vita.

BREAK EVEN CO_2-eq.

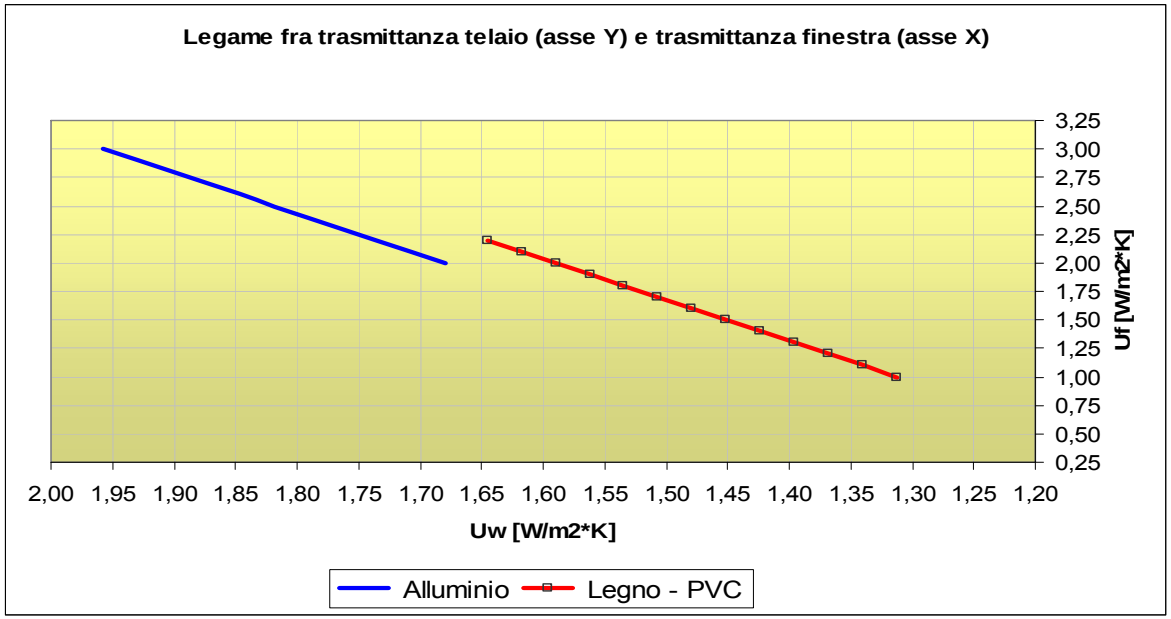
Trend del valore di GWP (espresso in kg di CO_2-eq. per unità di infisso) in funzione della vita utile. L'indicatore è relativo alle fasi di produzione, manutenzione ed uso



la trasmittanza termica globale Uw è uno dei "driver" fondamentali dal punto di vista ambientale: la produzione di serramenti con basse U_w consente di minimizzare in maniera significativa l'impatto ambientale di ciclo di vita di questi prodotti poiché la fase d'uso ne costituisce la quota parte principale.

$U_w = f(U_f)$

Andamento della trasmittanza termica U_w in funzione di una variazione della U_f (fissate la geometria e la U_g).
Le linee del legno e del PVC coincidono.



Infissi in PVC ed in legno possono presentare un identico comportamento prestazionale complessivo – e di conseguenza medesimi carichi ambientali nella fase d'uso - se la trasmittanza termica del telaio risulta coincidente.
Tuttavia, al variare delle Uf è associata una variazione delle dimensioni (ed eventualmente delle composizioni) dei telai, ossia delle loro masse e quindi, ancora, dei carichi ambientali della fase di produzione Da intendersi come "materiali costituenti il sistema telaio".

Fissate Ug e la geometria dell'elemento, **le variabili "Uf", "massa del telaio" e "composizione del telaio" sono tra loro interdipendenti** e possono indurre una **variazione non lineare dei carichi ambientali** complessivi, in particolare di quelli relativi alle fasi di produzione ed uso**.**

Contenuti

1 Chi siamo

2 Analisi LCA applicata agli infissi

3 Analisi LCA PRELIMINARE degli avvolgibili

Scopi ed obiettivi

Applicazione della metodologia dell'analisi del ciclo di vita (LCA) a sistemi schermanti applicati agli infissi, per una prima panoramica sugli ordini di grandezza dei carichi ambientali, così da poter essere confrontati con quelli relativi agli infissi.

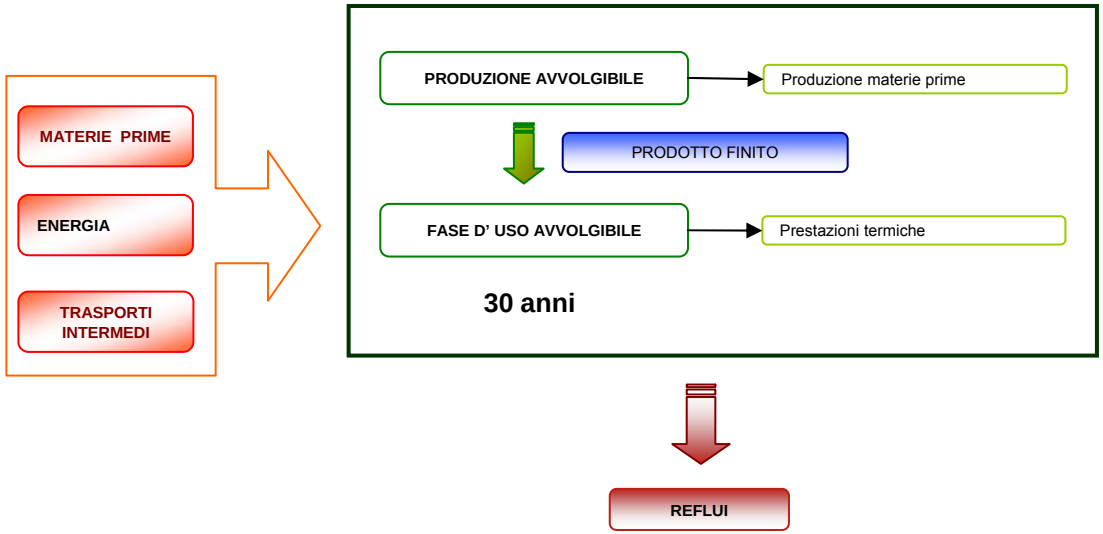
TAPPARELLE AVVOLGIBILI CONFRONTATE
AVVOLGIBILI IN PVC AUTOAGGANCIANTI
AVVOLGIBILI IN ALLUMINIO DOTATE DI COIBENTAZIONE IN POLIURETANO (PU)

Considerati esclusivamente il corpo principale della tapparella (eventuali parti accessorie, quali tappi d'arresto, ganci di fissaggio ai rulli, rinforzi, stecche terminali, ecc.) trascurate.

Unità funzionale confini del sistema

La funzione esercitata dal sistema oggetto dell'analisi consiste nella produzione di tapparelle avvolgibili, in particolare realizzate in PVC ed in alluminio (queste ultime dotate di coibentazione in PU).

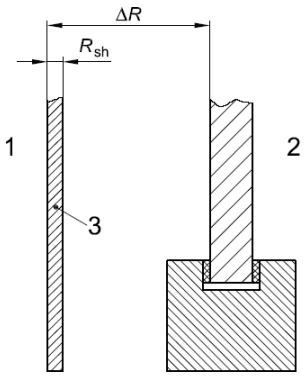
Unità funzionale: adozione della dimensione ottimale della tapparella avvolgibile da abbinare al serramento campione (120 cm x 150 cm): **125 cm x 165 cm** (larghezza x altezza).



Analisi d'inventario: FASE D'USO

calcolo del valore della trasmittanza termica del sistema "infisso + schermo" quando gli schermi sono chiusi U_{ws}

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



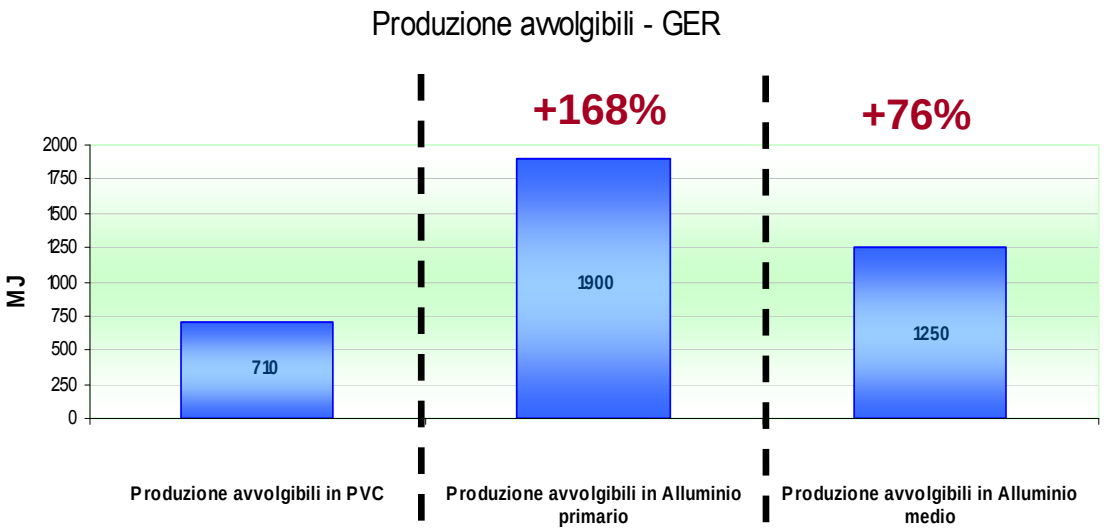
Infissi	PVC	Alluminio
Resistenza termica addizionale (UNI EN ISO 10077-1)	ΔR = 0,22 m^2°K/W	ΔR = 0,15 m^2°K/W

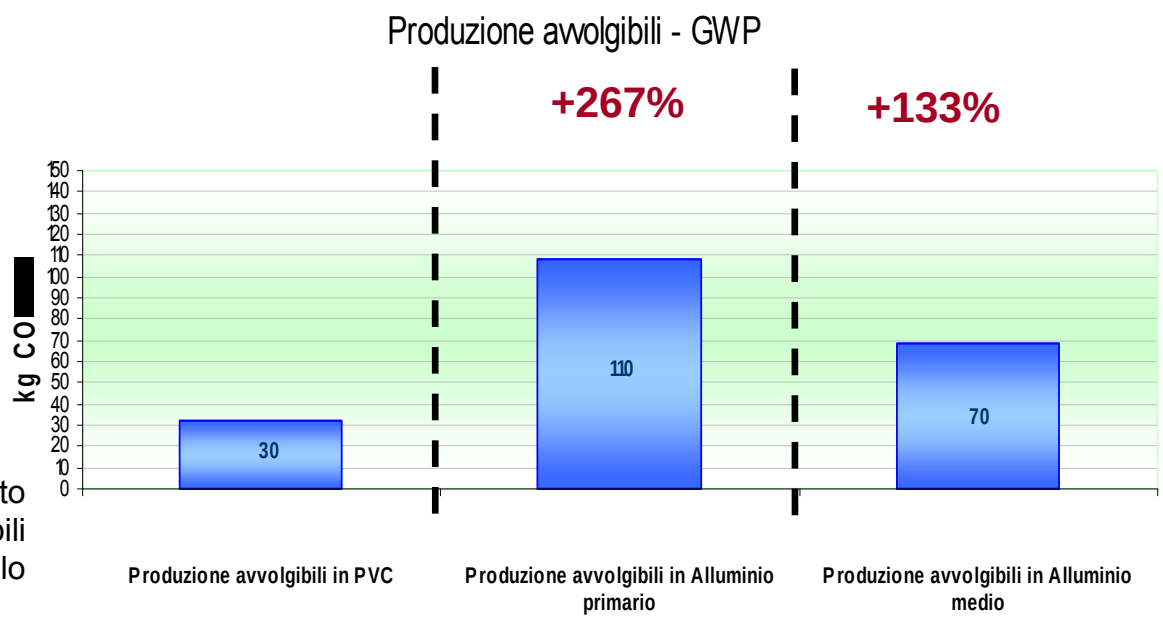
trasmittanza termica con schermi chiusi per n ore (n=12 raccomandazione CTI 03/3)

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

Infissi	Legno	PVC	Alluminio
Tapparella in PVC	*U = 1,31 (W/m²·K)*	*U = 1,24 (W/m²·K)*	*U = 1,62 (W/m²·K)*
Tapparella in alluminio coibentata con PU	*U = 1,36 (W/m²·K)*	*U = 1,28 (W/m²·K)*	*U = 1,69 (W/m²·K)*

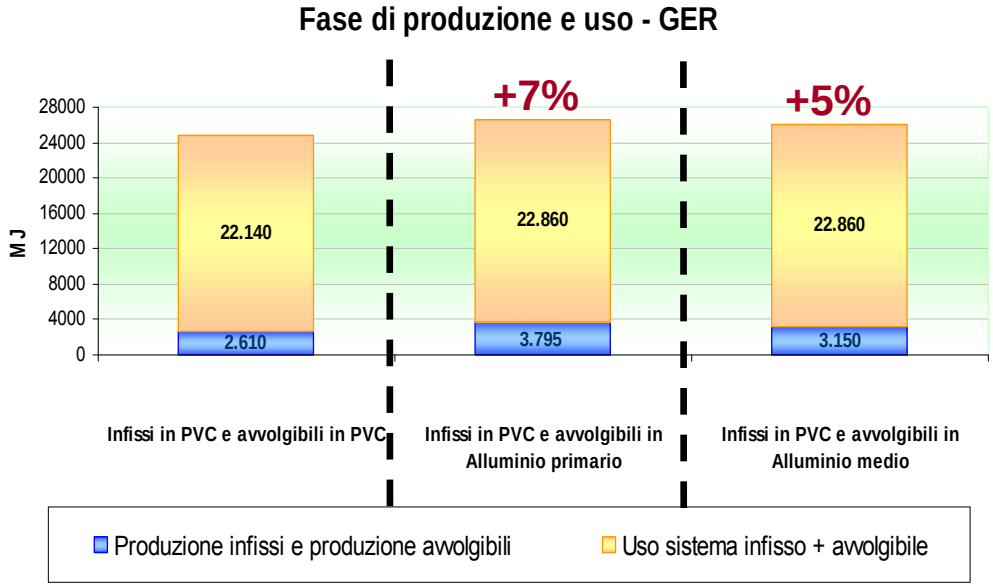
Risultati fase di produzione avvolgibili



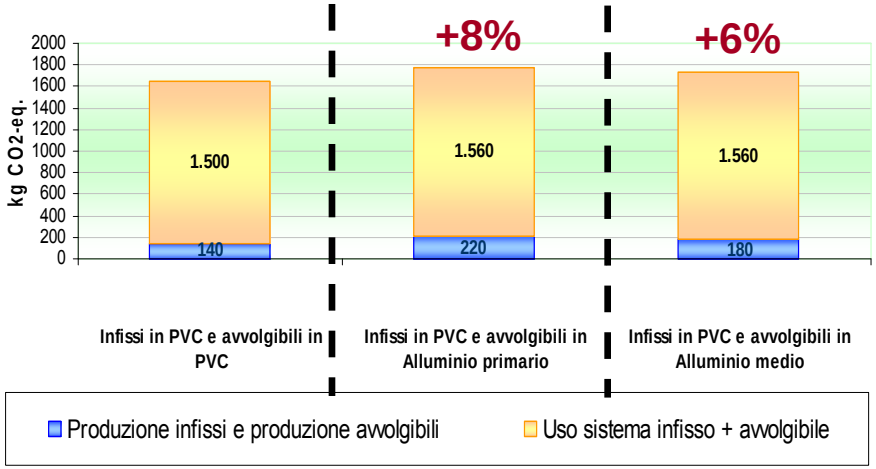


Risultati riferiti al serramento in PVC accoppiato con le due tipologie di tapparelle avvolgibili adottando le medesime ipotesi di calcolo formulate per i serramenti.

Risultati fase di produzione + fase d'uso sistema



Fase d'uso quota parte principale dei carichi ambientali:
il comportamento termico del sistema "infisso + tapparella" rappresenta la prestazione maggiormente significativa in un'ottica ambientale di ciclo di vita.



Life Cycle Engineering – Torino, Italy (THANK YOU FOR THE ATTENTION)

This presentation has been prepared by Life Cycle Engineering with all reasonable skill, care and diligence within the terms of the Contract with the Client, incorporating our General Terms and Conditions of business and taking account of the resources devoted to it by agreement with the Client. We disclaim any responsibility to the Client and others in respect of any matters outside the scope of the above.

In line with our environmental policy we purchase paper for documents distributed by us in print for this project only from European Eco-labelled manufacturers.

Copyright Life Cycle Engineering

The ideas and proposed method of working contained in this presentation remain the intellectual Copyright of Life Cycle Engineering (LCE, the company) and may not be used, without prior agreement of the company, for any purpose other than assessing this proposal from the Company. In particular, the use of any ideas and proposed method of working contained herein may not be used to modify, improve or change the clientõ specification for the project to which these proposals relate without such agreements and approvals first being given.