

INTEGRAZIONE TRA I CRITERI DI PROGETTAZIONE E L'ANALISI DEL CICLO DI VITA: ECO-DESIGN

**Unione Industriale
EUROPEAN GREEN CITIES NETWORK**

Torino, 23-24 ottobre 2003

**Stefano Rossi
Life Cycle Engineering, Torino**

Struttura della presentazione

- **Studio Associato Life Cycle Engineering**
- **Eco-progettazione, approccio metodologico**
 - ✓ **Caso studio: strutture portanti**
 - ✓ **Caso studio: tazza da caffè**
 - ✓ **Caso studio: materiali termoisolanti**
- **Criteri integrativi: la certificazione ambientale**
 - ✓ **Tipologie di certificazione**
 - ✓ **Dichiarazione Ambientale di Prodotto**

STUDIO ASSOCIATO LIFE CYCLE ENGINEERING

Lo Studio Associato Life Cycle Engineering di Torino opera in Italia dai primi anni '90 ed è specializzato in eco-bilanci, analisi del ciclo di vita (LCA), progettazione sostenibile, reporting ambientale e consulenza per sistemi di gestione ambientale.

E' corrispondente per l'Italia di **Boustead Consulting Ltd.** di Londra, società con esperienza trentennale nel settore dell'analisi del ciclo di vita (LCA - Life Cycle Assessment) e di **Granta Design Ltd.** di Cambridge, società collegata all'Università di Cambridge che svolge attività di supporto alla progettazione (Eco-Design).

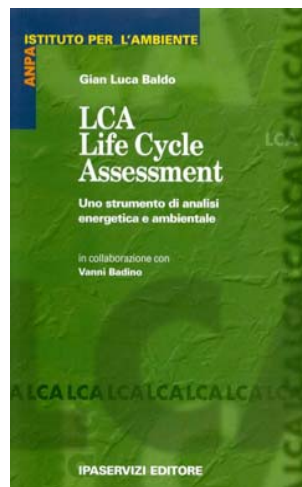
STUDIO ASSOCIATO LIFE CYCLE ENGINEERING

I nostri Partner



BOUSTEAD CONSULTING LTD

Il nostro libro sulla LCA:
G.L. Baldo: "Life cycle Assessment, uno strumento di analisi energetica e ambientale. IPASERVIZI Editore, Milano, 2000.



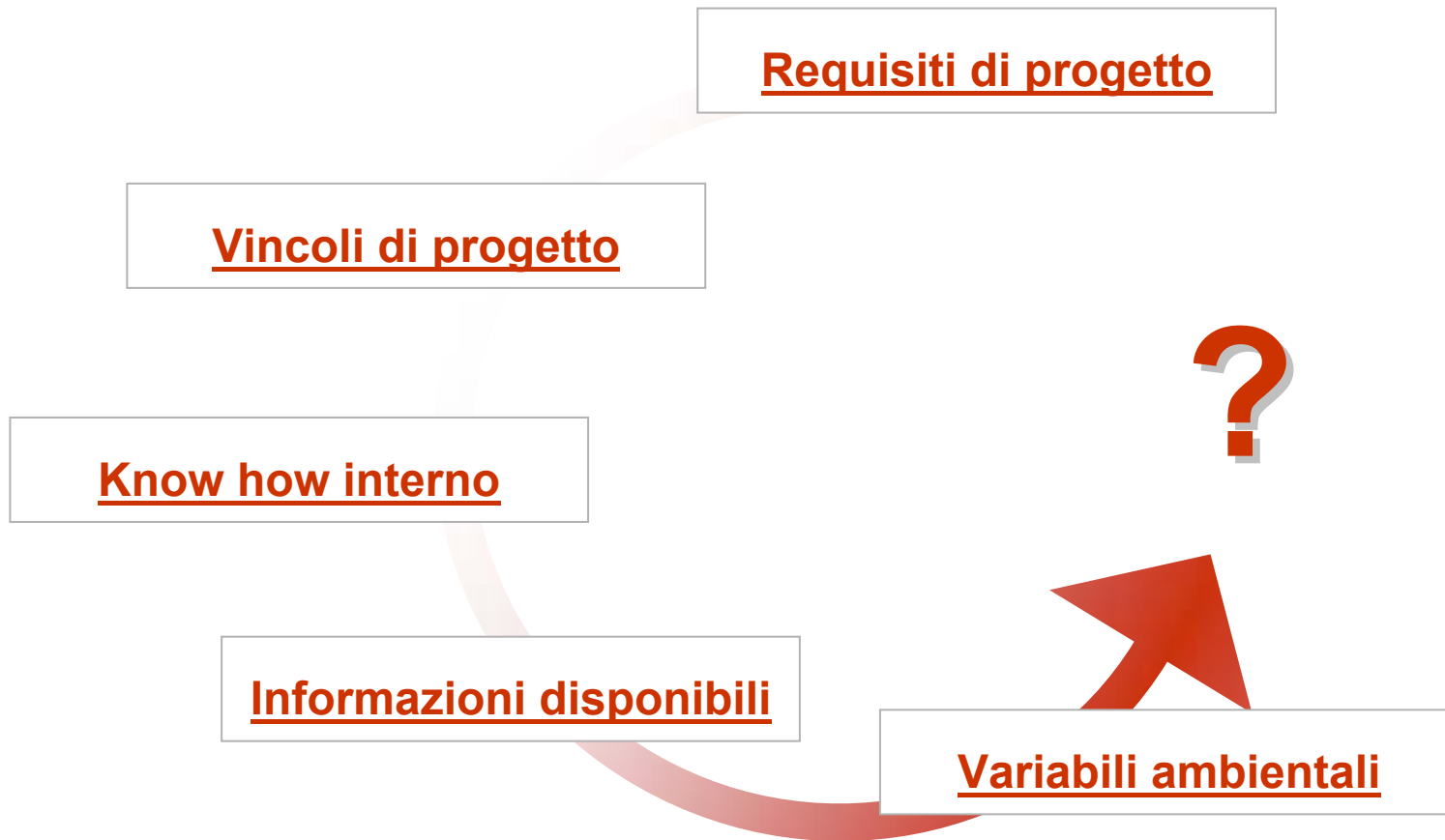
ANPA (APAT)



TOROC - Torino 2006



Eco progettazione: schema generale



Eco progettazione: schema generale

Comparazione (e selezione) funzionale

- Prestazioni (meccaniche, termiche, resistenza agli agenti atmosferici, ...)
- Convenienza economica
- Fattibilità
- Estetica

INSIEME DELLE
SOLUZIONI POSSIBILI

SOLUZIONI
CANDIDATE

Comparazione (e selezione) multicriterio

- Ciclo di vita
- Emissioni
- Consumo di materie prime
- Indicatori di impatto
- Riciclabilità
- Etichettature ecologiche

Progetto finale
“eco-compatibile”

SOLUZIONI FINALI

LIFE CYCLE ASSESSMENT – LCA (ANALISI DEL CICLO DI VITA DA UN PUNTO DI VISTA ENERGETICO-AMBIENTALE)

L' LCA PERMETTE DI RICOSTRUIRE LE FILIERE PRODUTTIVE “**DALLA CULLA ALLA TOMBA**”, E CIOÈ PARTENDO DALL'ESTRAZIONE DELLE MATERIE PRIME SINO ALLA DESTINAZIONE FINALE DEI PRODOTTI PER DETERMINARE L'IMPATTO AMBIENTALE RELATIVO AD UNA **FUNZIONE** DEFINITA A PRIORI, COME AD ESEMPIO IL “GRADO DI ISOLAMENTO TERMICO”.

1. Fornisce una base per **descrivere** la propria attività da un punto di vista energetico-ambientale;
2. Identifica i “**punti caldi**” del sistema;
3. **Simula i cambiamenti** per verificare i miglioramenti attesi;
4. **Verifica** se nuove richieste dei clienti o della legislazione portano ad effetti collaterali ambientalmente indesiderati.

Caso 1: strutture portanti

**Impiego della metodologia Life Cycle
Assessment (LCA) nel settore della
produzione e dell'utilizzo del legno in edilizia**

**Esempio di confronto tra una trave in legno, una
trave in acciaio ed una trave in lega di alluminio**

Caso 1: strutture portanti

Unità funzionale

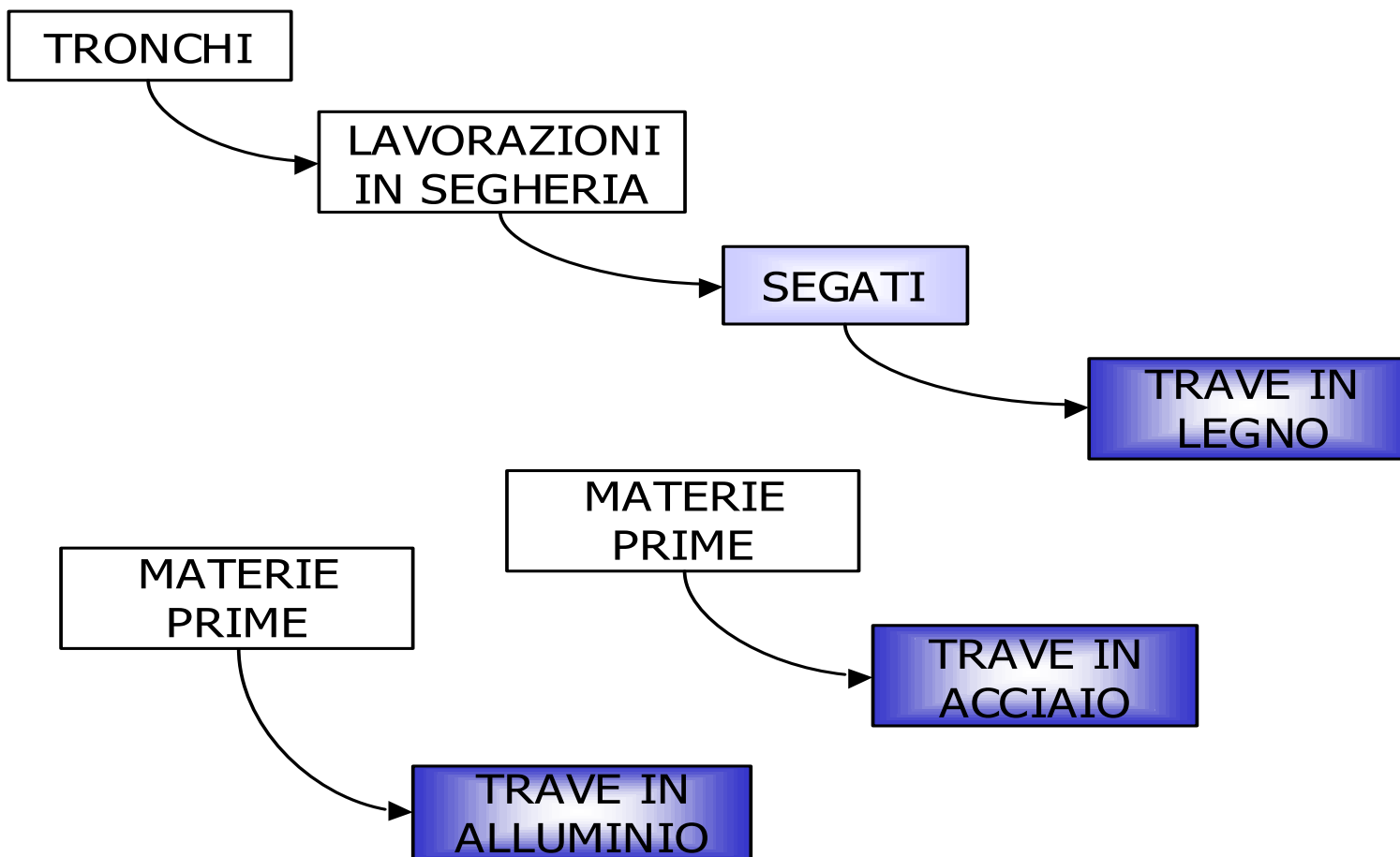
Una trave di lunghezza 4 m
in grado di sostenere
un carico distribuito di 500 kg/m.

Confini del sistema

Il sistema comprende
la produzione delle materie prime
e dei semilavorati utilizzati,
dei vettori energetici e del prodotto finale,
nonché le attività di trasporto coinvolte

Caso 1: strutture portanti

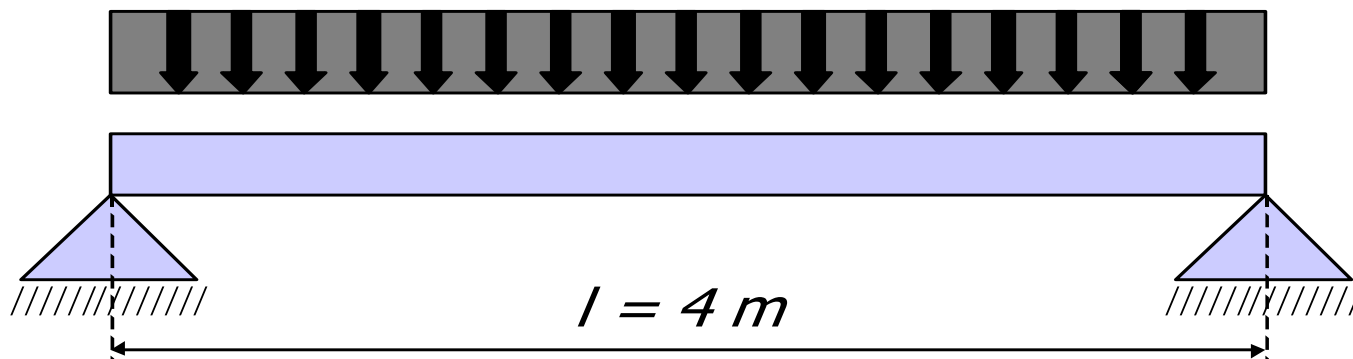
Schema del sistema considerato



Caso 1: strutture portanti

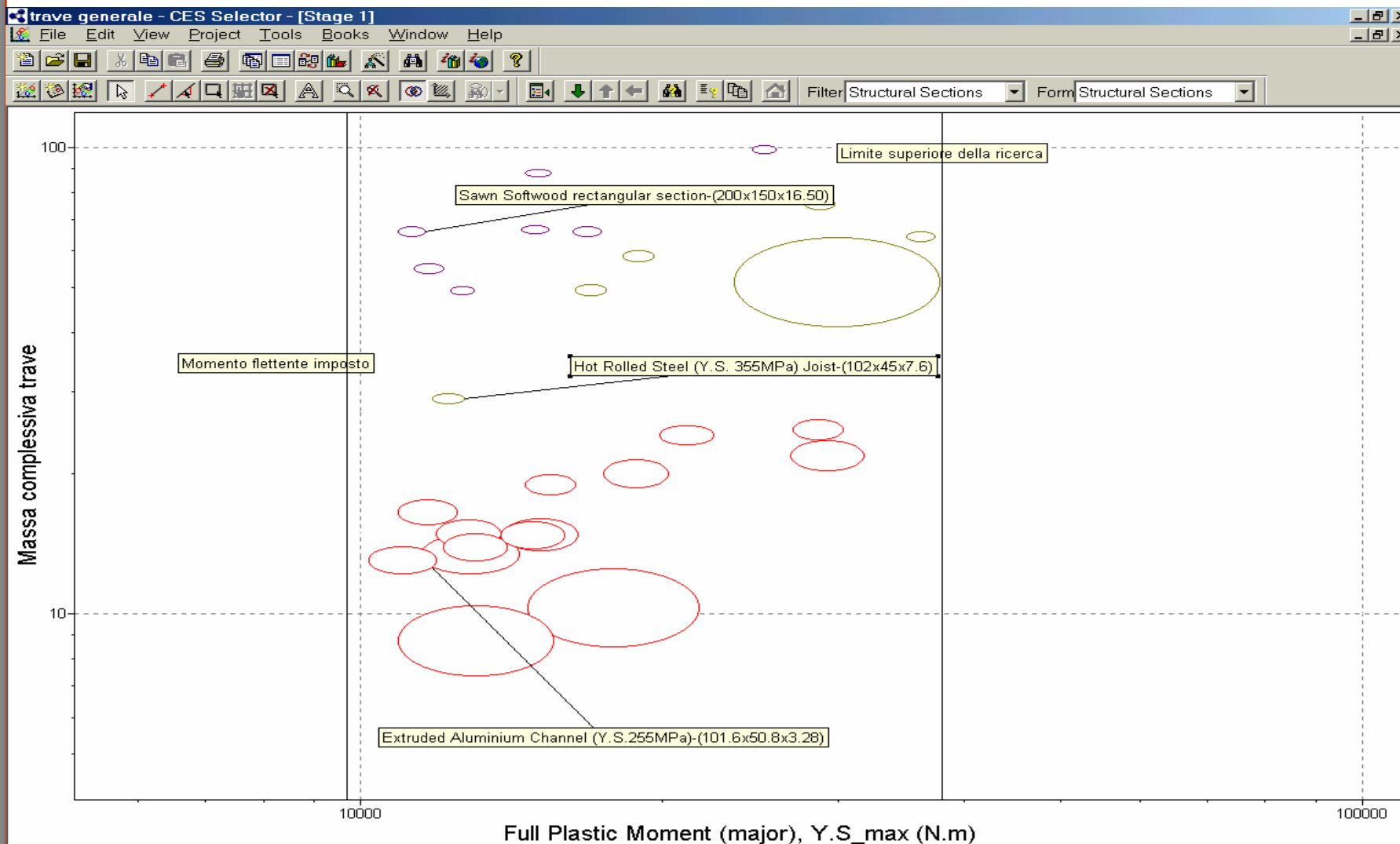
**Elementi strutturali:
ipotesi adottate**

$$Q = 500 \text{ kg/m}$$



Caso 1: strutture portanti

Cambridge Engineering Selector



Caso 1: strutture portanti

Cambridge Engineering Selector

trave generale - CES Selector - [Structural Sections:\I-Section\Steel\Hot Rolled\Joist]

File Edit View Project Tools Books Window Help

Filter: Structural Sections Form: Structural Sections

Hot Rolled Steel (Y.S. 355MPa) Joist-(102x45x7.6)

Designation
Designation: 102x45x7.6

General

Energy Content	30	- 50	MJ/kg
Price	1276	- 1410	ITL/m ³
Recycle Fraction	0.9	- 0.95	
Safety Factor	1	- 1.05	

Dimensions

Schematic

Maximum Depth, D: 0.101 - 0.102 m

Maximum Width, B: 0.0437 - 0.0453 m

Inner Thickness, t: 4.25e-003 - 4.35e-003 m

Outer Thickness, T: 6.03e-003 - 6.17e-003 m

Fillet radius, r: 6.9e-003 - 6.9e-003 m

Depth between flanges, h: 0.0885 - 0.0903 m

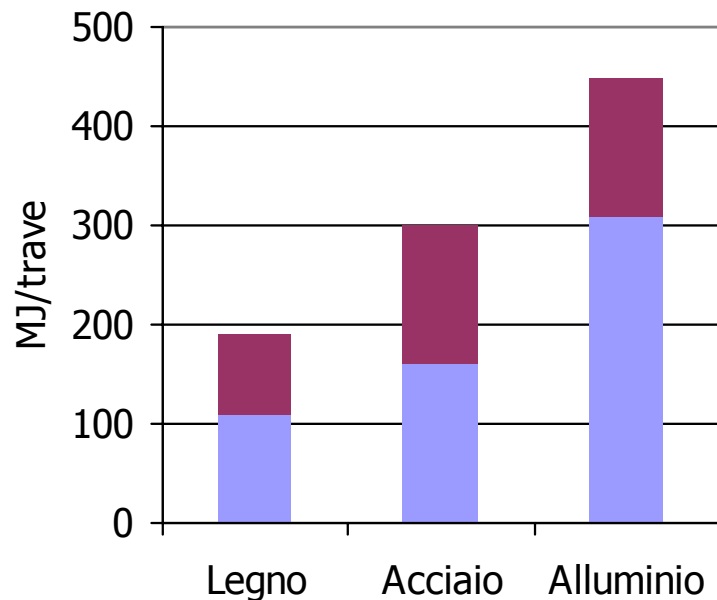
Section

Section Area, A	9.04e-004	- 9.5e-004	m ²
Second Moment of Area (major), I_max		1.43e-006	- 1.56e-006 m ⁴
Second Moment of Area (minor), I_min		8.45e-008	- 9.62e-008 m ⁴
Section Modulus (major), Z_max	2.84e-005	- 3.05e-005	m ³
Section Modulus (minor), Z_min	3.87e-006	- 4.25e-006	m ³
Full Plas. Modulus, bend. (maj.), S_max		3.33e-005	- 3.57e-005 m ³
Full Plas. Modulus, bend. (min.), S_min		6.16e-006	- 6.75e-006 m ³
Torsion Constant, K	7.5e-009	- 1.29e-008	m ⁴

For Help, press F1

Structural Sections

Caso 1: strutture portanti

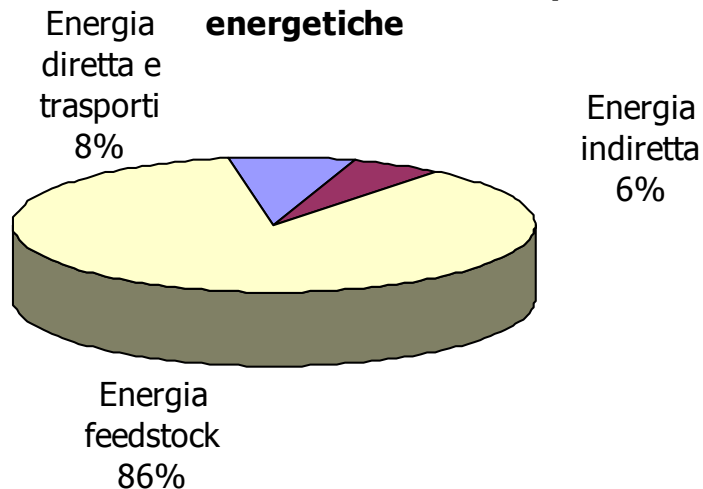


Risultati energetici:

■ Energia indiretta

■ Energia diretta e trasporti

Ripartizione del GER tra le varie componenti energetiche

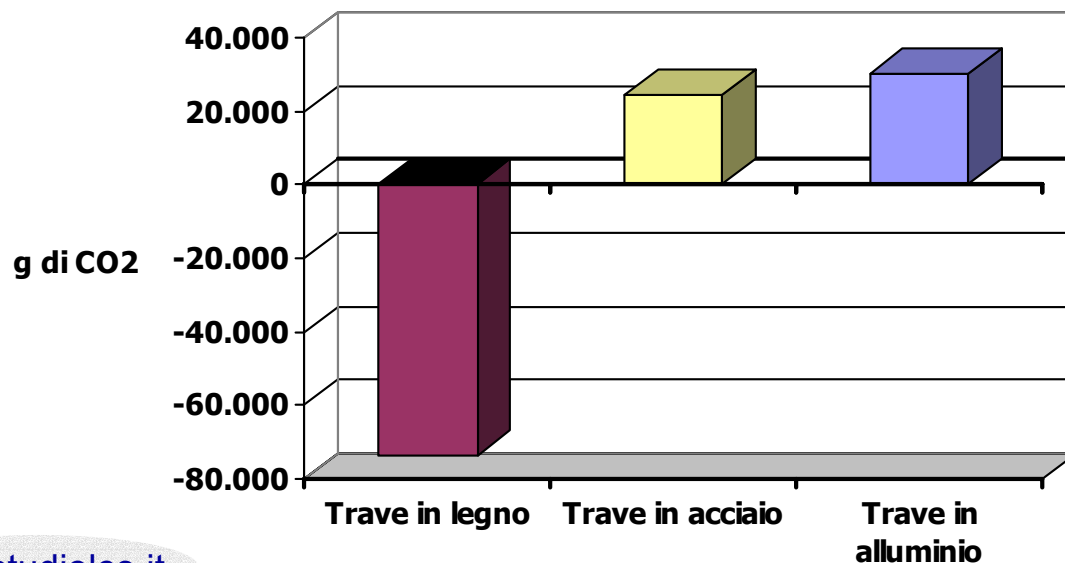


Caso 1: strutture portanti

Emissioni in aria

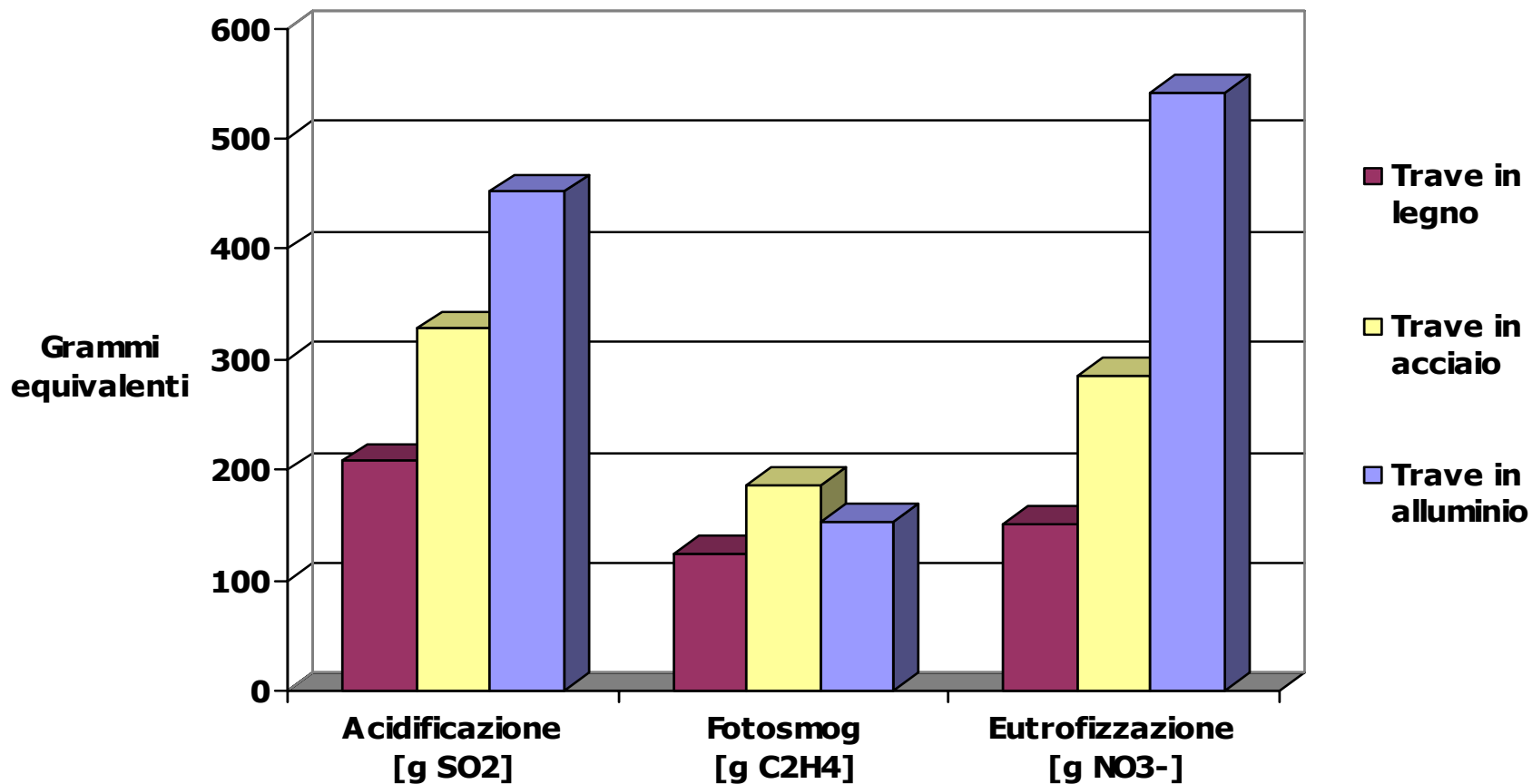
Emissioni [g]	Legno	Acciaio	Alluminio
Polveri	13	34	50
CO	16	2.810	106
CO2	-74.450	17.240	25.970
SOX	130	180	170
NOX	70	140	260
Idrocarburi	70	70	150
	25	60	130
atitici	190	-	-

Contributo all'effetto serra



Caso 1: strutture portanti

Contributi ad altri impatti ambientali

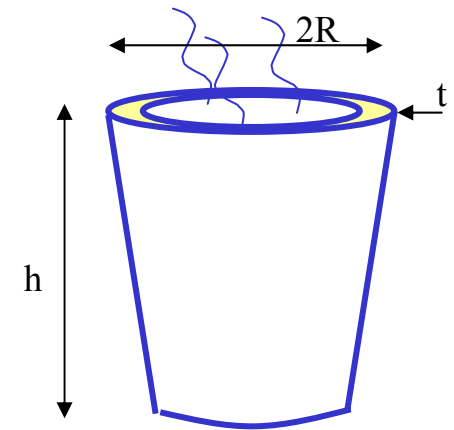


Caso Studio: Olimpic Stadium di Sydney



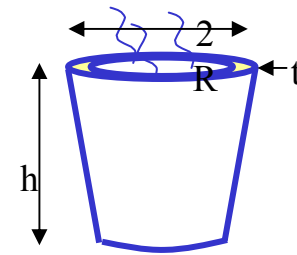
La costruzione dello stadio e del villaggio Olimpico di Sydney hanno richiesto l'impegno di alcuni esperti in campo LCA per rendere il più veritiero possibile lo slogan "**Green Games**" adottato dagli organizzatori della manifestazione.

Caso 2: Tazza per il caffè



Funzione	Contenito liquidi caldi
Obiettivi	<ul style="list-style-type: none">- Minimizzare il fabbisogno energetico- Minimizzare il costo
Vincoli	<ul style="list-style-type: none">- Rigidezza (per essere presa in mano)- Termicamente isolante

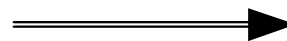
Caso 2: Tazza per il caffè



Funzione Valore = Costo(C) + Energia(Q)

$$C = C_m \cdot m = C_m \cdot K \cdot t \cdot \rho$$

$$\text{Rigidezza} = \frac{F}{\delta} = \frac{K' \cdot E \cdot \alpha \cdot t^3}{12 \cdot R^2}$$



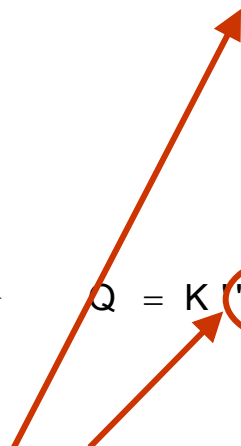
$$C = K'' \cdot \frac{C_m \cdot \rho}{E^{1/3}} = M1 \text{ (COSTO)}$$

$$Q = Q_m \cdot m = Q_m \cdot K \cdot t \cdot \rho$$

$$\text{Rigidezza} = \frac{F}{\delta} = \frac{K' \cdot E \cdot \alpha \cdot t^3}{12 \cdot R^2}$$



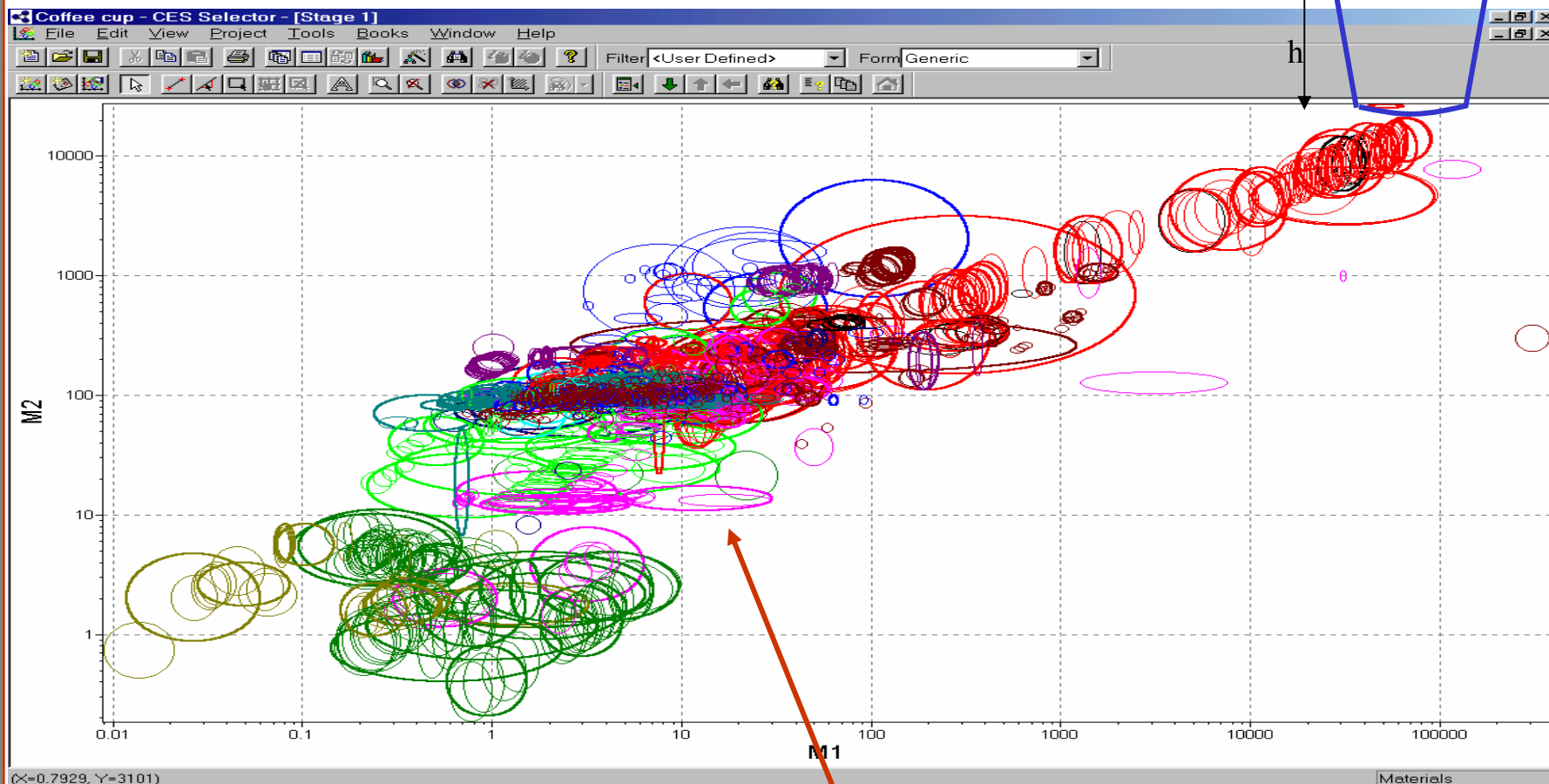
$$Q = K'' \cdot \frac{Q_m \cdot \rho}{E^{1/3}} = M2 \text{ (ENERGIA)}$$



$$V = K''' (M1 + M2)$$

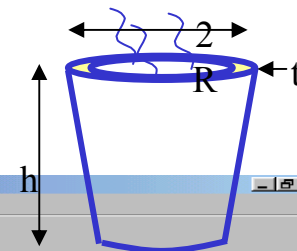
Indici di prestazione basati sulle caratteristiche del materiale

Caso 2: Tazza per il caffè

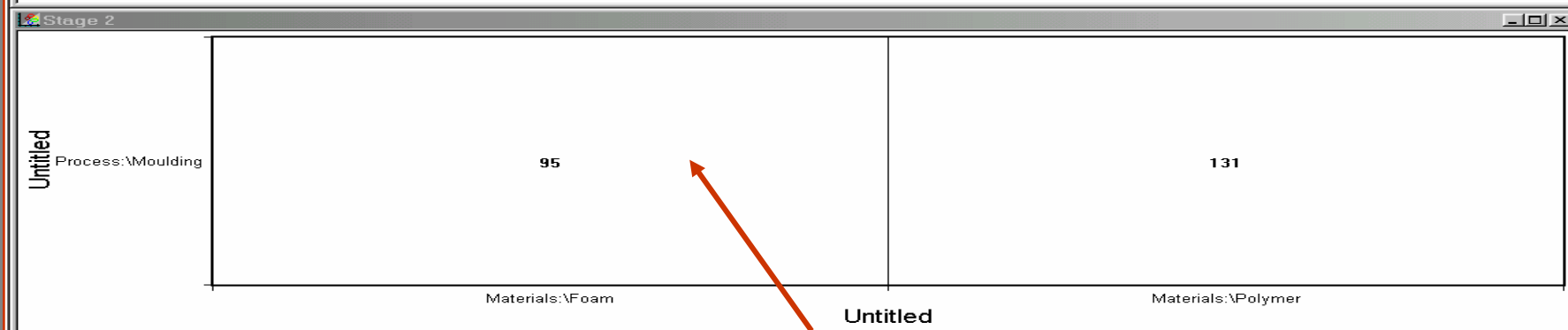
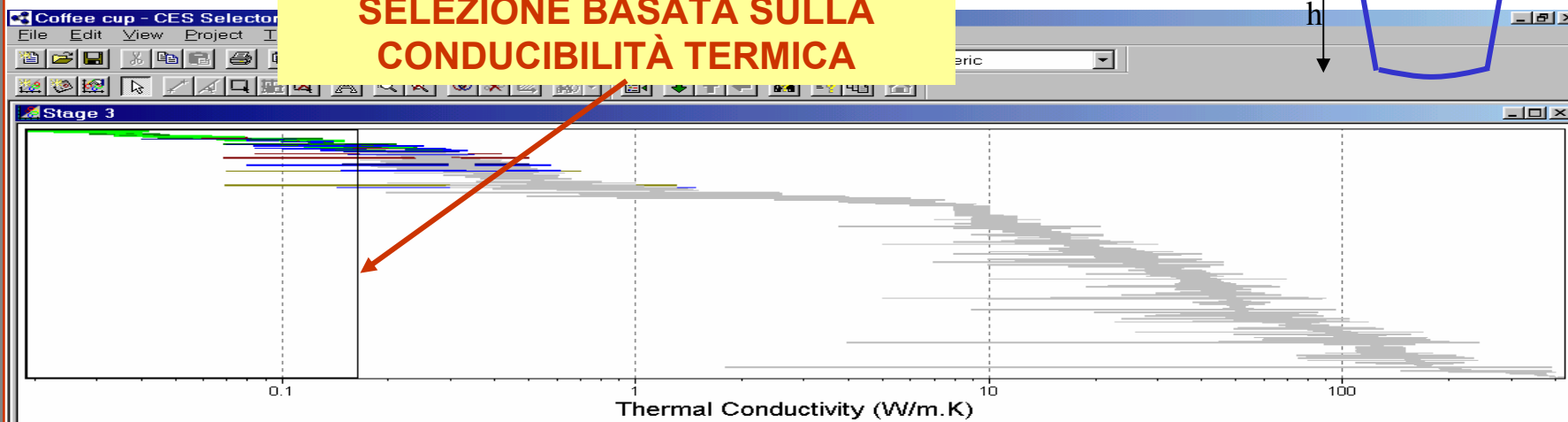


Tutti i materiali sono rappresentati graficamente sulla base degli indici di M1e M2

Caso 2: Tazza per il caffè

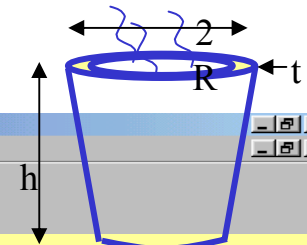


**SELEZIONE BASATA SULLA
CONDUCIBILITÀ TERMICA**



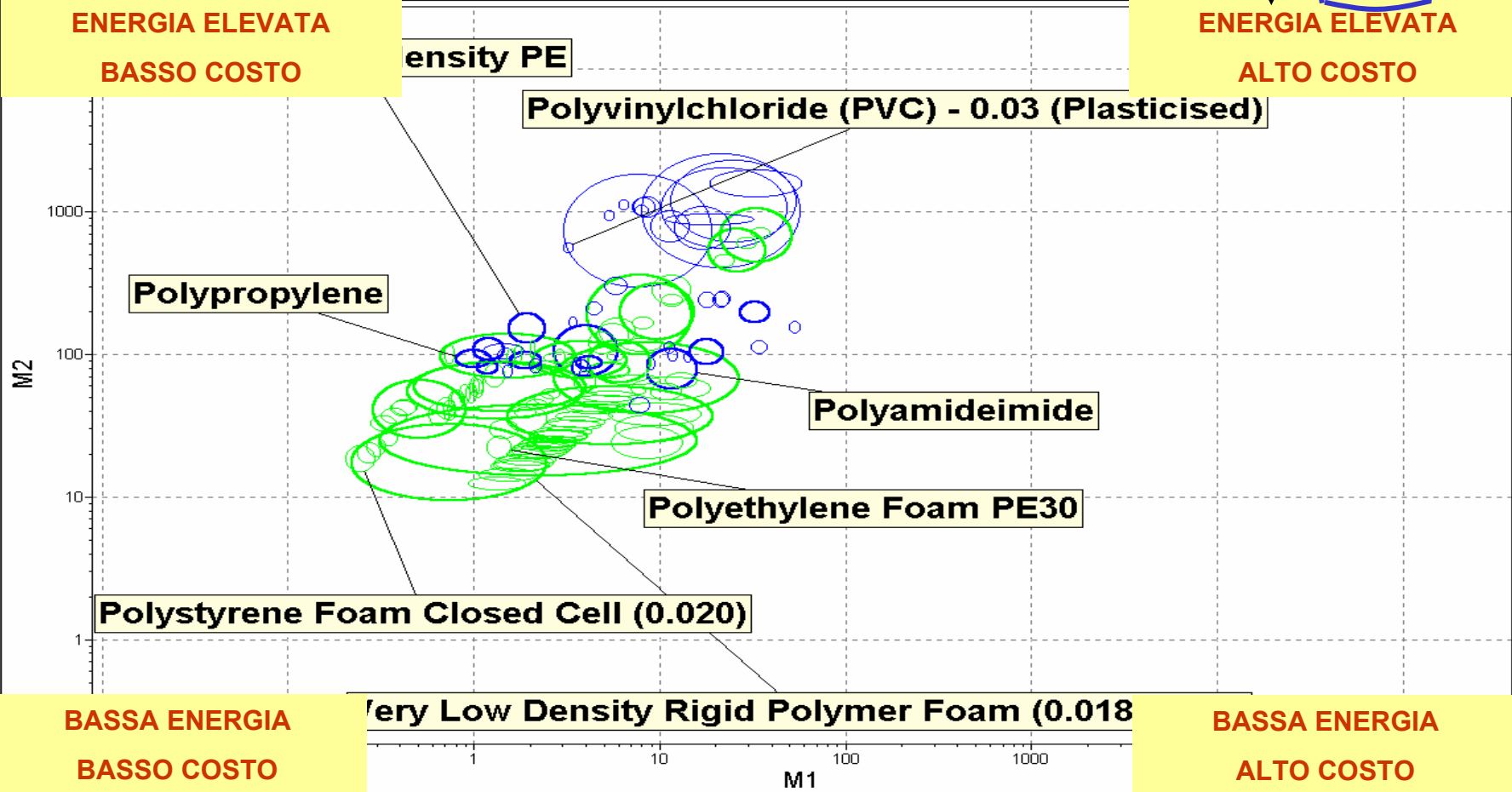
**SELEZIONE BASATA SUL PROCESSO DI PRODUZIONE
(STMPAGGIO AD INIEZIONE) E CLASSI DI MATERIALE
(POLIMERI E SCHIUME POLIMERICHE)**

Caso 2: Tazza per il caffè



ENERGIA ELEVATA
BASSO COSTO

ENERGIA ELEVATA
ALTO COSTO

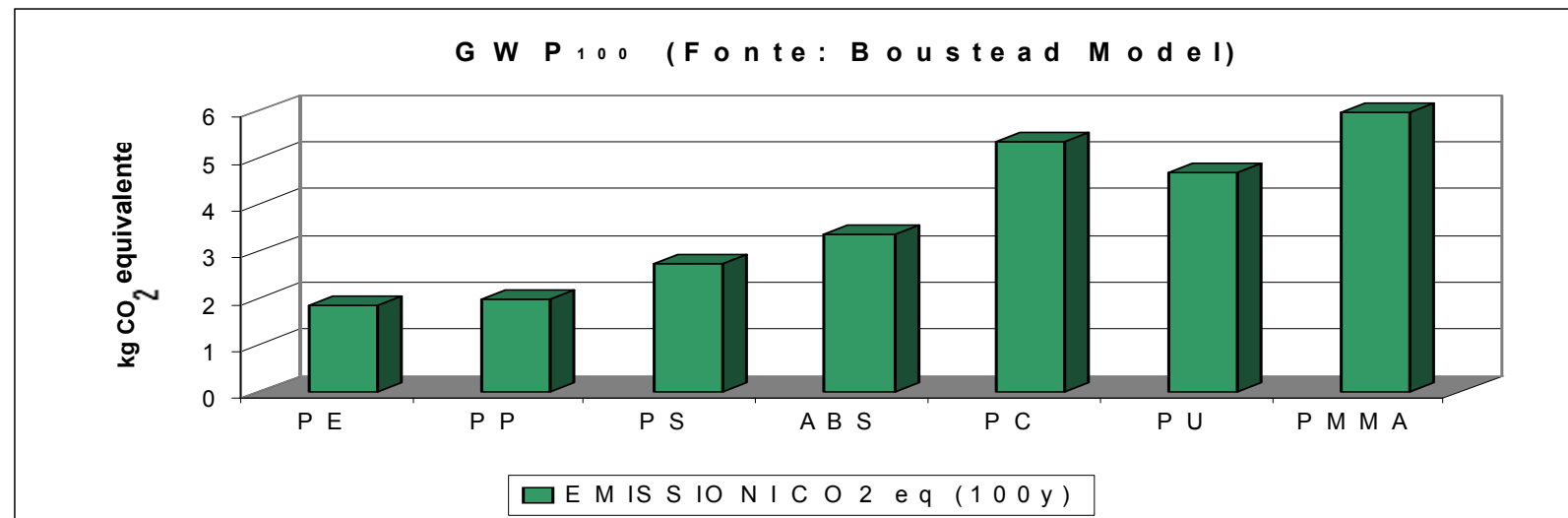
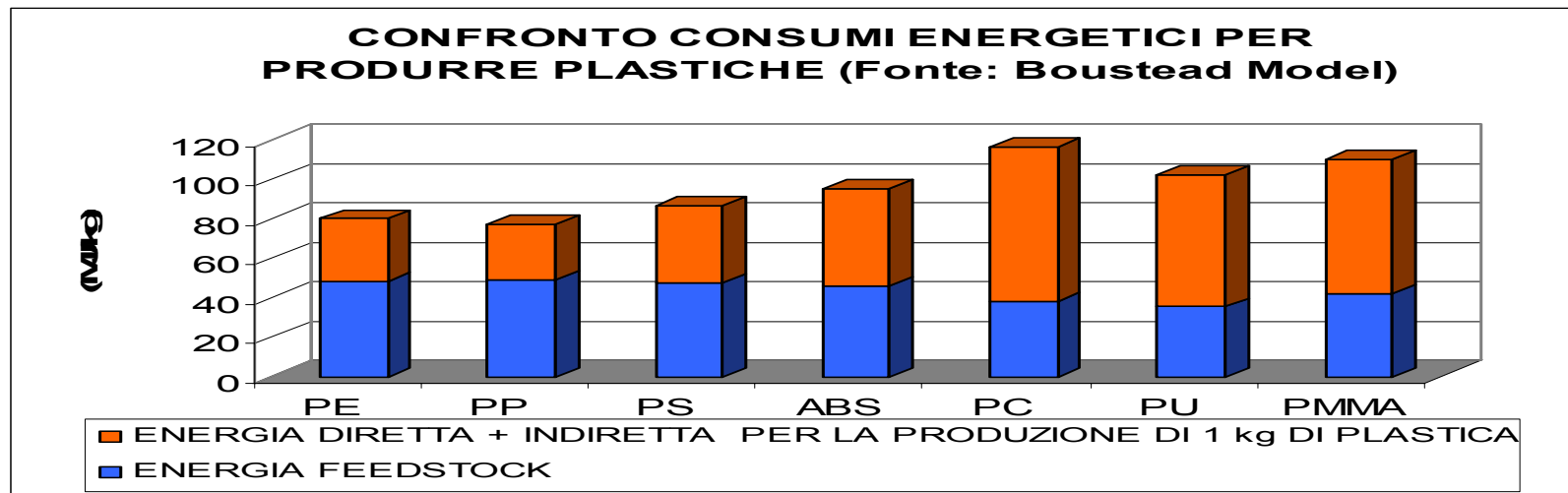


BASSA ENERGIA
BASSO COSTO

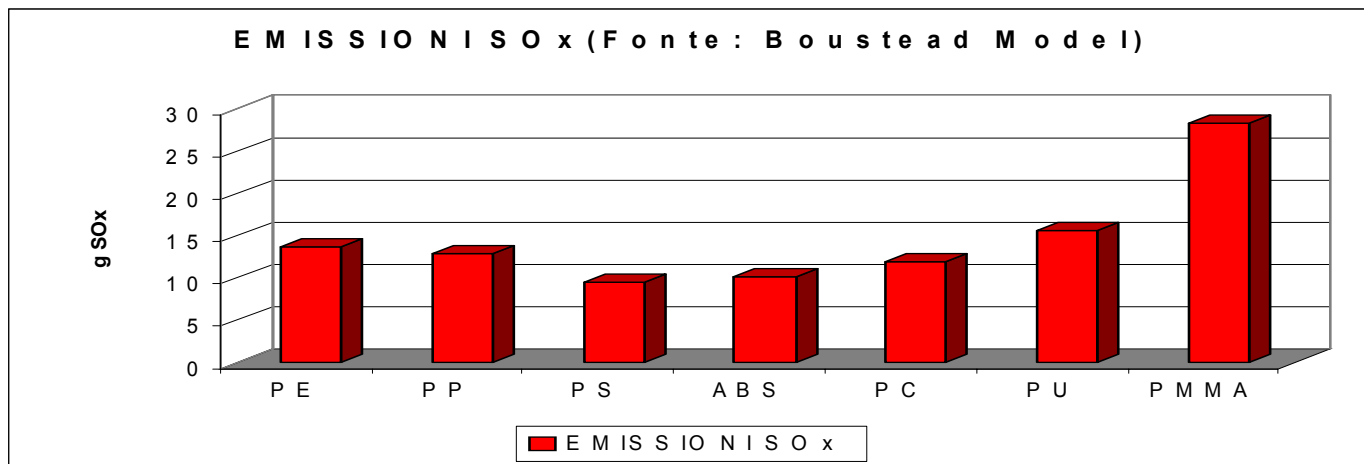
BASSA ENERGIA
ALTO COSTO

(X=251.1, Y=119)

Caso 2: Tazza per il caffè



Caso 2: Tazza per il caffè

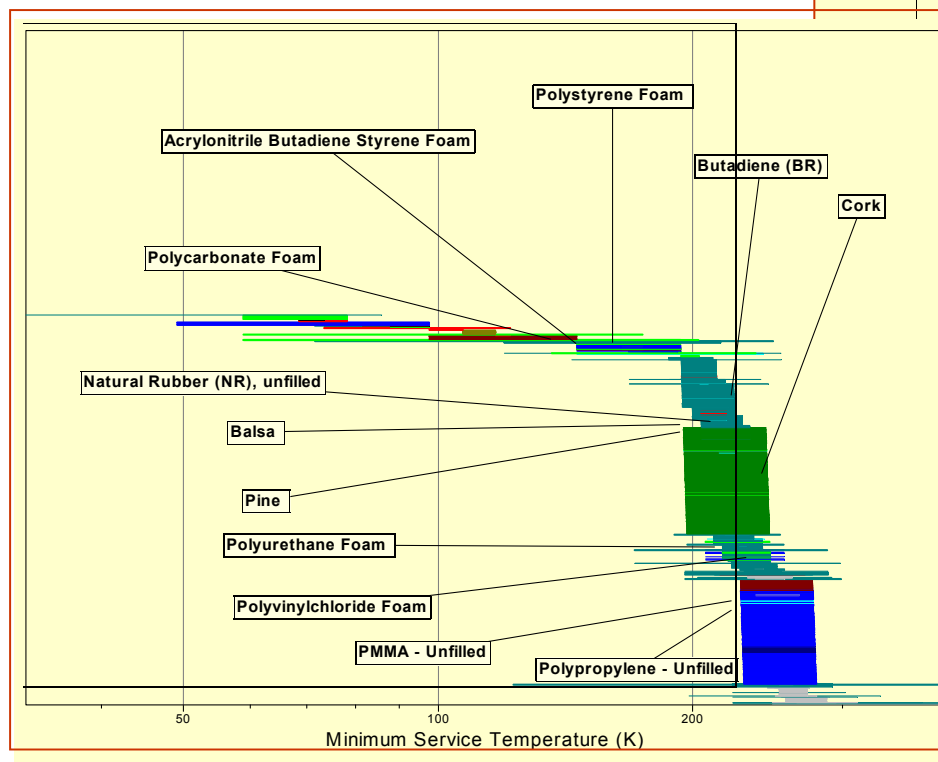


Ipotesi di sintesi dei risultati LCA

	PE	PP	PS	ABS	PC	PU	PMMA
Consumo energetico	2	2	3	3	3	3	3
GWp	1	1	2	2	3	3	3
Emissioni VOC	3	1	1	1	1	2	1
Emissioni CFC	1	1	1	1	1	3	1
Emissioni NO_x	2	2	2	2	3	3	3
Emissioni SO_x	2	2	1	2	2	2	3
Emissioni HCl	1	1	1	2	3	3	3
TOTALE	12	10	11	13	16	19	17

Caso studio 3: materiali termoisolanti

Filtri prestazionali
resistenza agenti atmosferici -
temperatura di esercizio

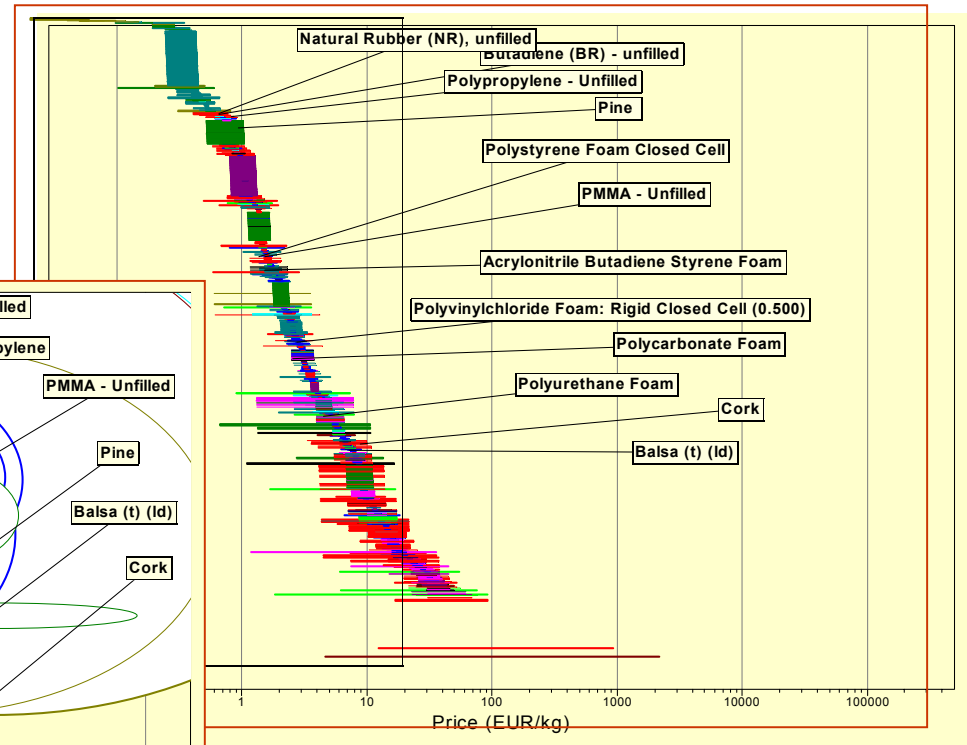
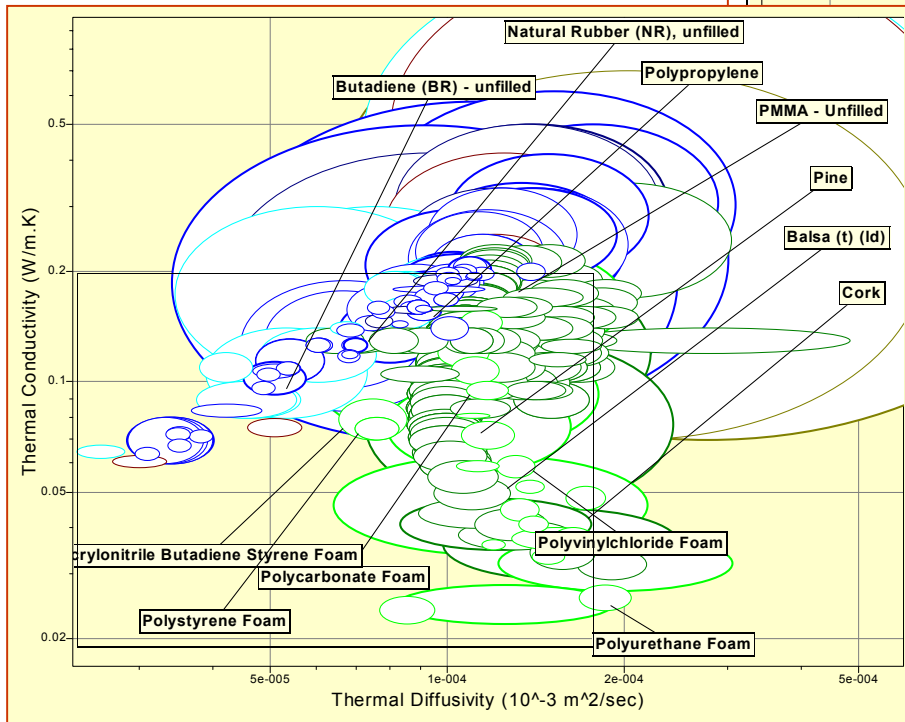


Very Good	0	64	197	271	1835
Good	0	1	6	4	481
	0	0	0	507	14
	0	0	0	0	1
	0	1	0	0	10
	Very Poor	Poor	Average UV	Good	Very Good

Predisposto per: **TOROC** -
 Torino Organizing Committee
 XX Olympic Winter Games 2006

Caso studio 3: materiali termoisolanti

Criteri di ordinamento costo - proprietà termiche



OPZIONE: fattore di riciclabilità

Caso studio 3: materiali termoisolanti

Criteri tecnici, risultati

Materiali	*Conducibilità termica		*Diffusività termica		**Sintesi prestazionale
Schiuma poliuretanic	5		2		3,5
Schiuma PVC	4		1		2,5
Schiuma policarbonato	3		3		3
Schiuma polistirene	3		3		3
Schiuma ABS	3		3		3
Polipropilene	1		3		2
Gomma	2		4		3
Butadiene	3		5		4
Polimetilmetacrilato	3		4		3,5
Sughero	4		2		3
Balsa	4		1		2,5
Legno comune (pino)	3		2		2,5
Lana di vetro	4		2		3
PLS	3		4		3,5

Caso studio 3: materiali termoisolanti

Criteri ambientali in ottica LCA

Materiali	*Consumo risorse energetiche	*Feedstock/risorse energetiche	*GWP	*Acidificazione	*Sintesi ambientale
Schiuma poliuretana	2	3	2	3	2,5
Schiuma PVC	4	3	4	3	3,5
Schiuma policarbonato	1	2	1	2	1,5
Schiuma polistirene	3	3	3	3	3
Schiuma ABS	2	3	2	3	2,5
Polipropilene	4	4	4	4	4
Gomma	3	3	3	1	2,5
Butadiene	4	4	4	4	4
Polimetilmetacrilato	1	2	1	1	1,25
Sughero	5	5	5	5	5
Balsa	5	5	5	5	5
Legno comune (pino)	5	5	5	5	5
Lana di vetro	5	1	5	4	3,75
PLS	5	3	5	5	4,5

Criteri integrativi: etichettature ambientali - EPD

Caso studio 3: materiali termoisolanti

Risultati finali II Livello

Elemento tecnico: Isolanti														Vision	Commento e indicazioni strategiche	
Prestazioni funzionali analizzate		1) Conducibilità termica (CT) 2) Diffusività termica (DT) 3) Indice di costo (IC)														
Criteri ambientali		1) Analisi LCA (U.F. = 1 kg) 2) La riciclabilità è valutata sulla potenziale fattibilità di sottoporre il materiale a tale processo 3) La tossicità è valutata in base alle emissioni di VOC, di metalli pesanti e di POP ed alle emissioni tossiche in caso d'incendio.														
Materiali analizzati	Prestazioni funzionali				LCA							Giudizio complessivo	Indice di Riciclabilità	Indice di tossicità	Vision	Commento e indicazioni strategiche
	CT	DT	IC		RE	EF	GWP	AP	POCP	Sintesi	Produzione Gestione Fine vita					
Legno	3	2	5		3,3	5	5	5	5	4	4,8	4,1	3	5		Preferire legno sostenibile (certificato) e da produzione locale/ europea. Attenzione all'uso di conservanti (preferire Borati, saponi di Zn, derivati dell'aceto). Evitare collanti con formaldeide ed urea.
Butadiene	3	5	5		4,3	2	4	4	4	4	3,6	4	1	3		Rischio di cancerogenità di alcune materie prime (butadiene).
PLS	1	3	5		3	5	3	5	5	5	4,6	3,8	-	5		Attenzione ossidanti in gesso pulve da legno riciclato. Fine vita: riempie o utilizzo come sabbia.
Polipropilene	2	3	5		3,3	3	4	4	4	4	3,8	3,6	3	4		Attenzione alla eventuale presenza di additivi tossici: plastificanti, ritardanti di fiamma.
Sughero	4	2	3		3	1	5	5	5	4	4	3,5	3	5		Massimo livello di preferenza secondo il manuale HSB. Mat. da risorse rinnovabili.
Cellulosa	4	1	3		2,7	4	4	5	4	4	4,2	3,4	3	5	+	Mat. da risorse rinnovabili. Rifiuti in fase di produzione biodegradabili.
Balsa	4	2	1		2,3	5	5	5	5	4	4,8	3,4	3	5		Mat. da risorse rinnovabili. Rifiuti in fase di produzione biodegradabili.
Lana di vetro	4	2	3		3	5	1	5	4	4	3,8	3,4	-	4	-	Alto livello di preferenza manuale HSB. Dispersione di fibre durante la posa e finizione: irritante per occhi e pelle.
Schiuma polistirene	3	3	4		3,3	2	4	4	4	3	3,4	3,4	1	3	+	Minimo livello di preferenza manuale HSB. Emette sostanze tossiche durante la combustione e deposito in discarica. Porre attenzione alla presenza di additivi tossici.
Gomma	2	4	5		3,7	3	3	3	1	3	2,6	3,1	1	3		Preferire gomma naturale; porre attenzione alla presenza di additivi tossici: plastificanti, ritardanti di fiamma.
Schioma PVC	4	2	3		3	3	3	4	3	3	3,2	3,1	1	1		Emissioni tossiche per fumo ed ossidanti durante la produzione ed il fine vita: diossina, organocloruri, ftalati. Rappresenta un rischio cancerogeno materia prima (butadiene, acronitrile). Acronitrile tossico per via inalatoria e nocivo per le acque sotterranee dal manuale HSB. Emissioni tossiche in fase di produzione, lavorazione e combustione.
Schioma ABS	3	3	4		3,3	2	3	2	3	2	2,4	2,9	1	3	+	Emette sostanze tossiche durante la combustione e deposito in discarica. Porre attenzione alla presenza di additivi tossici: plastificanti, ritardanti di fiamma.
Schioma poliuretano	5	2	2		3	2	3	2	3	2	2,4	2,7	1	2		Non sono note emissioni tossiche in fase di produzione, lavorazione e combustione.
PMMA	3	4	4		3,7	1	2	1	1	1	1,2	2,4	3	4	+	Non sono note emissioni tossiche in fase di produzione, lavorazione e combustione.
Schioma policarbonato	3	2	3		2,7	1	2	1	2	2	1,6	2,1	1	4	+	Non sono note emissioni tossiche in fase di produzione, lavorazione e combustione.

TORINO 2006

Unità tecnologica: CABINE

Classe di elemento tecnico: COPERTURE

Elemento tecnico: ISOLANTI

Criteri aggiuntivi: la certificazione ambientale

**CERTIFICAZIONE DI UN SISTEMA DI
GESTIONE AMBIENTALE**



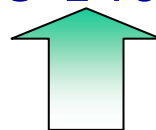
EMAS

ISO 14001



ISO 14020 □ □

ISO 14040



Dichiarazione
Ambientale di
Prodotto (EPD)

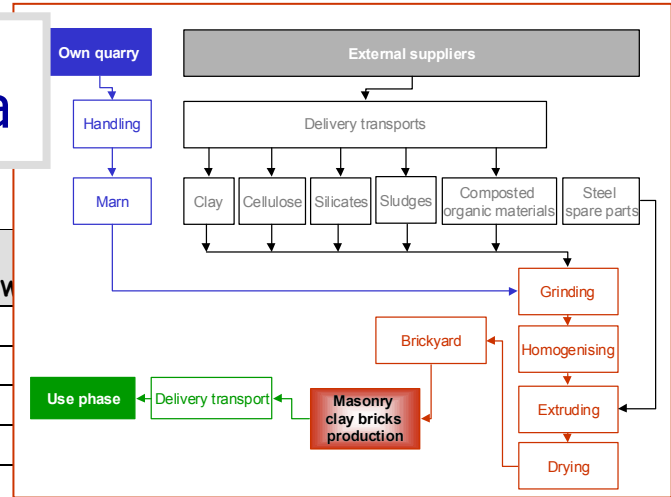
WWW.ENVIRONDEC.COM

**CERTIFICAZIONE AMBIENTALE DI
UN PROCESSO/PRODOTTO**

EPD: mattoni laterizi in argilla



Il sistema



	Thickness [mm]	Width [mm]	Height [mm]	Weight [kg]	Volume [m³]
Bp 17/33 N	17	33	24	12	
Bp 20/38 N	20	38	24	16	
Bp 25/40 N	24	30	24	16	
Bp 30/24 N	30	23	24	15	0,14 - 0,18
B 30/12	30	12	24	12	0,14 - 0,18
Bp 34/25 N	34	25	24	16,5	0,14 - 0,18
Bp 34/10 N	34	10	24	8	0,14 - 0,18
Bp 38/25 5N	38	25	24	17	0,14 - 0,18
Bp 38/12	38	12	24	11	0,14 - 0,18
Bp 38/25 N	38	25	24	17	0,12 - 0,18
Cornerstone Bp 38/12	38	12	12	9	0,14 - 0,18
Cornerstone Bp 38/25	38	25	12	17	0,14 - 0,18
Bp 42/23 N	42	23	24	19	0,14 - 0,18
Double DG 12/24	12	24	24	7	0,22
Block Z 8	8	30	24	5	0,24

Le informazioni sul prodotto

EPD: mattoni laterizi in argilla



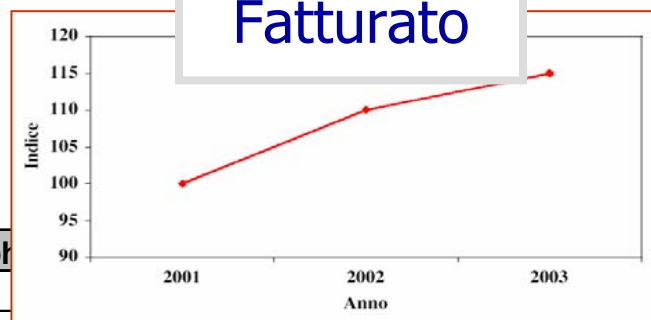
I risultati: le risorse

	Production phase	Use phase
Energy content [MJ/t]		
Total renewable	2.474	1,1
Total non-renewable	3.005	222
Electricity	333	4
Without energy content [kg/t]		
Total renewable	51,5	14
Total non-renewable	1.204	0,3
Water		3

I risultati: gli impatti

Impact category	Units	Production phase	Use phase
Global Warming Potential - GWP100	g CO2 eq. /t	64.830	
Stratospheric ozone depletion	g CFC11 eq. /t	0,008	0,002
Acidification	mol H+ eq. /t	40	10
Photochemical ozone creation	g C2H4 eq. /t	800	80
Eutrophication	g O2 eq. /t	2.670	960

Fatturato

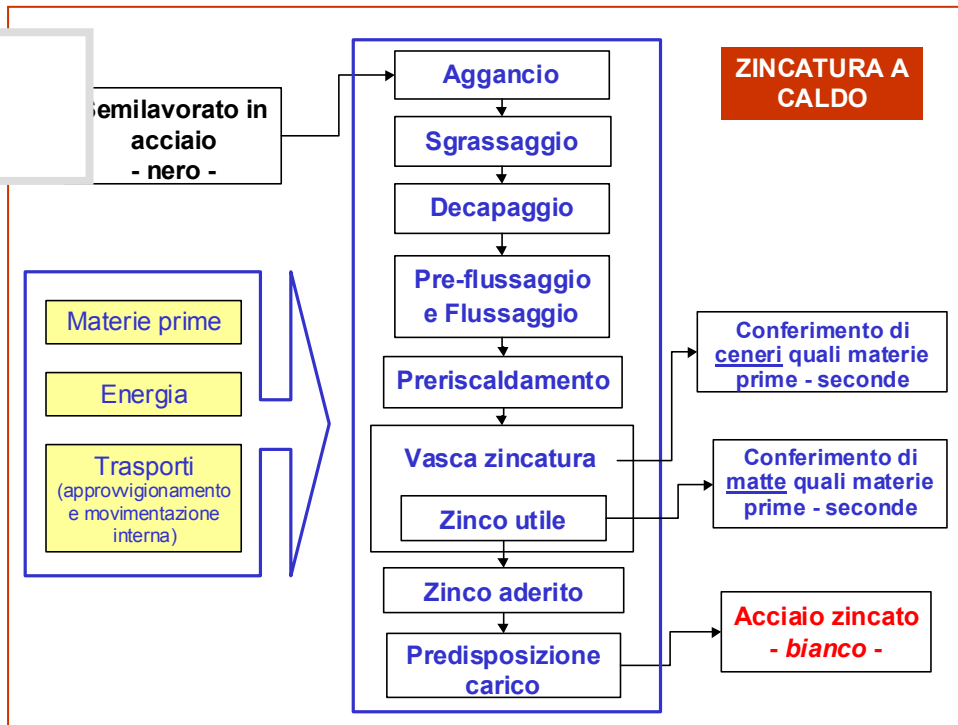




EPD: acciaio zincato



Il sistema



Informazioni sul prodotto

Spessore del semilavorato [mm]	< 3	da 3 a 6	> 6
Spessore di zinco depositato [μm]	#	#	#
Quota % sulla produzione totale	#%	#%	#%



EPD: acciaio zincato



I risultati: le risorse

	Unità di misura	Produzione di zinco utile
Contenuto energetico		
Rinnovabili totali ^[1]	MJ/kg	3,5
Non rinnovabili totali ^[2]	MJ/kg	74,7
Energia elettrica	MJ/kg	11,5
Risorse senza contenuto energetico		
Rinnovabili totali ^[3]	kg/kg	0,6
Non rinnovabili totali ^[4]	kg/kg	0,7
Acqua	kg/kg	10,7

I risultati: gli impatti

	Unità di misura	Produzione di zinco utile
Effetto serra - GWP100	kg CO ₂ eq.	4,737
Acidificazione	moli H ⁺ eq.	0,003
Eutrofizzazione	kg O ₂ eq.	0,281
Distruzione della fascia d'ozono	kg CFC-11 eq.	0,000001
Formazione di ossidanti fotochimici	kg C ₂ H ₄ eq.	0,004

Life Cycle Engineering – Torino

rossi@studioLCE.it