

Ciclo di convegni

SOSTENIBILITA' E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO EDILIZIO

VALUTAZIONE LCA ED EPD DEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

18 giugno 2014

Organizza

MDS
MACRO
DESIGN
STUDIO

solutions for sustainable
architecture

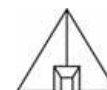
In collaborazione con



ROCKWOOL
FIRESAFE INSULATION

Con il patrocinio di

*f*ondazione
architetti
e ingegneri
liberi
professionisti
iscritti
INARCASSA



Ordine degli Architetti
Pianificatori, Paesaggisti
e Conservatori
della Provincia di Trento



Collegio dei Periti Industriali e
dei Periti Industriali Laureati
della Provincia di Trento

In cooperazione con

Relatore

Michele Paleari
Politecnico di Milano

L'IMPORTANZA DELLA VALUTAZIONE LCA
Casi applicativi

POLITECNICO DI MILANO



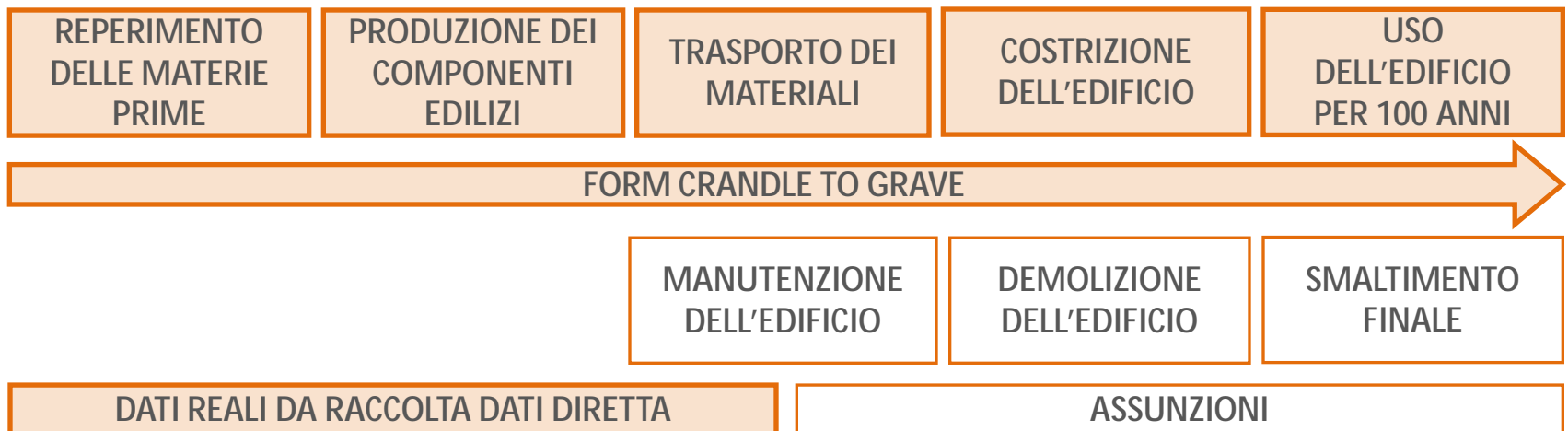
LA VALUTAZIONE DI UN COMPLESSO RESIDENZIALE

Le assunzioni

OBIETTIVO: verificare l'efficacia ambientale di near-ZEB (edificio a energia quasi zero) in prospettiva LCA

CONFINI DEL SISTEMA: valutazione dell'intero complesso

FASI DEL CICLO DI VITA ESAMINATE:



INDICATORI CONSIDERATI: Metodo EPD2008 - GWP100, ODP, POCP, AP, EP, NER

Il complesso

4 edifici, 61 unità abitative, 90 posti auto interrati
sup. utile di 4.000 m²; sup. non residenziale di 4.000 m²
sup. netta interrato 7.000 m²: parcheggio 3.300 m², non accessibile 1.800 m²



Il complesso

tipologia, materiali e tecnologie tradizionali
prestazioni energetiche spinte verso near-ZEB: EPH 14 kWh/m²a
precedente alla Direttiva 2010/31/EU, costruito tra 2008 e 2012



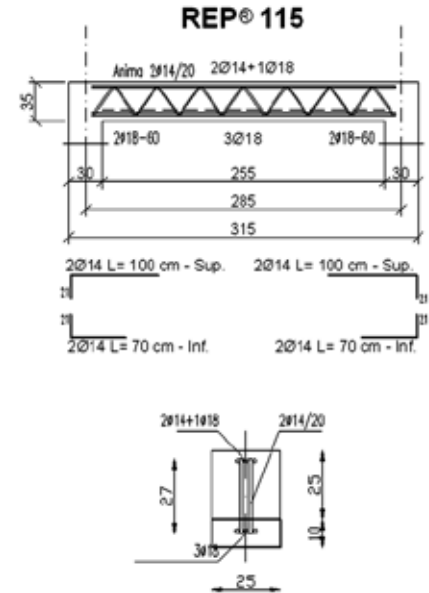
La raccolta dati

- fatture per forniture materiali
- fatture per forniture di servizi e opere compiute
- SAL ditte subappaltatrici
- progetto definitivo aggiornato durante la costruzione
- schede tecniche di prodotto e contatti con i produttori
- progetti esecutivi redatti dai produttori
- sopralluoghi in cantiere

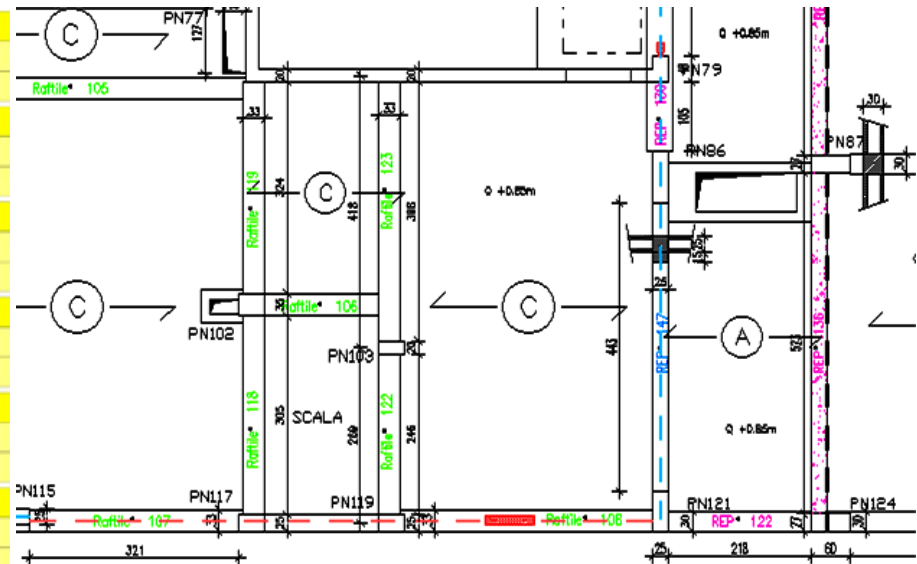
FATTURA				MATERIALI				
Data	Numero	Imponibile	IVA	Descrizione	Quantità	Importo	Note	Lavorazioni da cronoprogr.
31 07 2008	3481	)	)	Cls Kg/mc 250 (m ³)	43,00	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
30 09 2008	4244	;	)	Cls Kg/mc 250 (m ³)	4,00	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
				Cls Kg/mc 300 (m ³)	5,00	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
				Cls Rck 25 (m ³)	7,50	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
				Trasporto (m ³)	11,50)		
15 11 2008	4995	;	)	Frantumato (kg)	197.080,00	)	Merate	Magrone, op. accessorie
				Pietrisco (kg)	195.000,00	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
				Cls Kg/mc 250 (m ³)	303,00	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
				Cls Rck 30 (m ³)	89,00	)	Segrate	Magrone, op. accessorie
				Piazzamento pompa 1	1,00)		
				Piazzamento pompa 2	4,00)		
				2° piazzamento pompa	3,00)		
				Funzionamento pompa 1	89,00)		
				Funzionamento pompa 2	303,00)		

La raccolta dati

- serramenti
- elementi strutturali prefabbricati
- coperture
- impianti

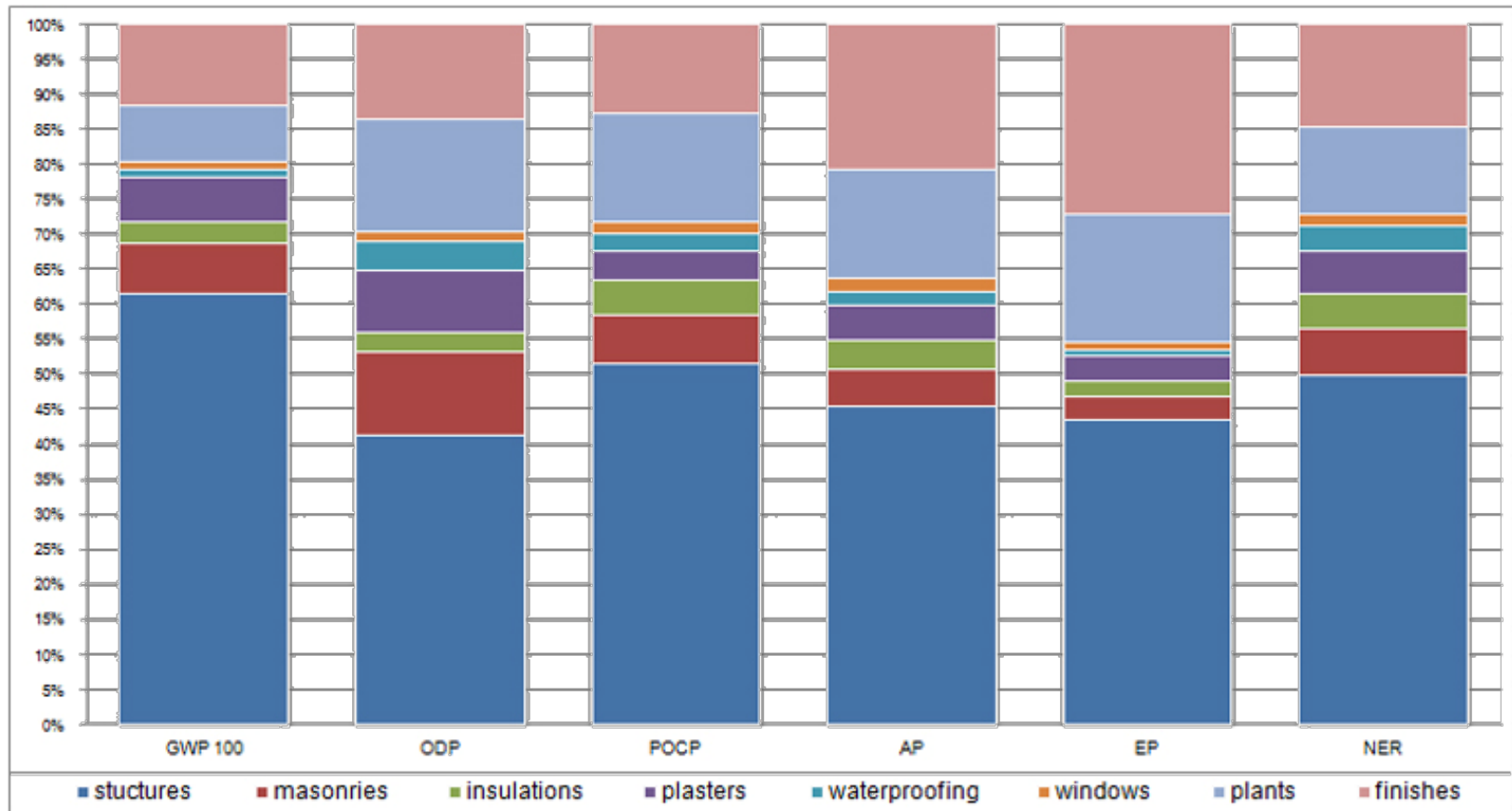


Pos. 1	Pezzi 5	Posizione cantiere: 1-13-32-42-61	Misure: 745 x 2663
Descrizione: Portafinestra a 1 ante con apertura a ribalta. Peso profili (ferro + pvc): 33.08 kg			
Vetro: 3+3.1 /15/ 3+3.1 B.E. + GAS		Peso vetro: 48.23 kg	Peso totale serramento: 81 kG
Pos. 2	Pezzi 12	Posizione cantiere: 2-11-14-19-33-40	Misure: 1610 x 2663
Descrizione: Portafinestra a 2 ante con apertura a ribalta. Peso profili (ferro + pvc): 59.89 kg			
Vetro: 3+3.1 /15/ 3+3.1 B.E. + GAS		Peso vetro: 109.33 kg	Peso totale serramento: 169 kG
Pos. 3	Pezzi 12	Posizione cantiere: 43-54-59-60-90-93	Misure: 1610 x 2663
Descrizione: Portafinestra a 2 ante con apertura a ribalta. Peso profili (ferro + pvc): 59.89 kg			
Vetro: 3+3.1 /15/ 3+3.1 B.E. + GAS		Peso vetro: 109.33 kg	Peso totale serramento: 169 kG
Pos. 4	Pezzi 5	Posizione cantiere: 3-6-17-26-45	Misure: 745 x 1520
Descrizione: Finestra a 1 ante con apertura a ribalta. Peso profili (ferro + pvc): 24.17 kg			
Vetro: 3+3.1 /15/ 4 B.E. + GAS		Peso vetro: 20.40 kg	Peso totale serramento: 44 kG
Pos. 5	Pezzi 7	Posizione cantiere: 4-9-15-24-35-38-52	Misure: 745 x 1520
Descrizione: Finestra a 1 ante con apertura a ribalta. Peso profili (ferro + pvc): 24.17 kg			
Vetro: 3+3.1 /15/ 4 B.E. + GAS		Peso vetro: 20.40 kg	Peso totale serramento: 44 kG
Pos. 6	Pezzi 6	Posizione cantiere: 62-67-68-74-79-80	Misure: 745 x 1520
Descrizione: Finestra a 1 ante con apertura a ribalta. Peso profili (ferro + pvc): 24.17 kg			
Vetro: 3+3.1 /15/ 4 B.E. + GAS		Peso vetro: 20.40 kg	Peso totale serramento: 44 kG



I risultati

Profilo ambientale dei materiali da costruzione



■ Strutture: 49%

■ Murature: 7%

■ Isolamenti: 4%

■ Intonaci: 6%

■ Impermeabilizzazioni: 2%

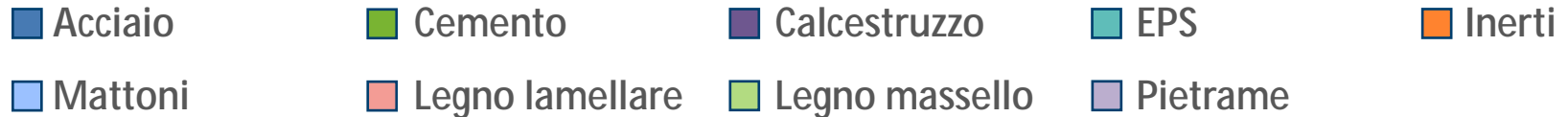
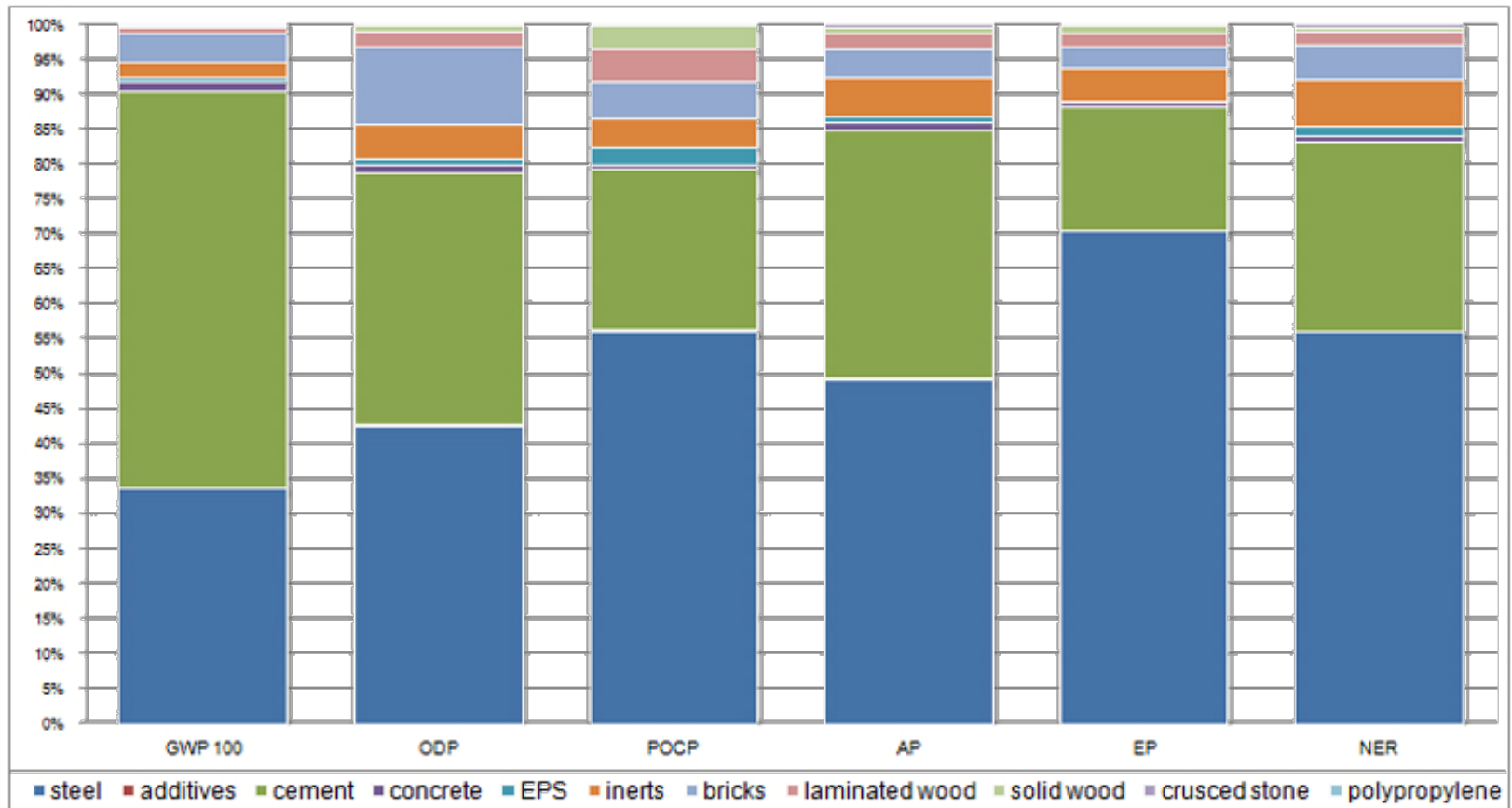
■ Serramenti: 1%

■ Impianti: 14%

■ Finiture: 17%

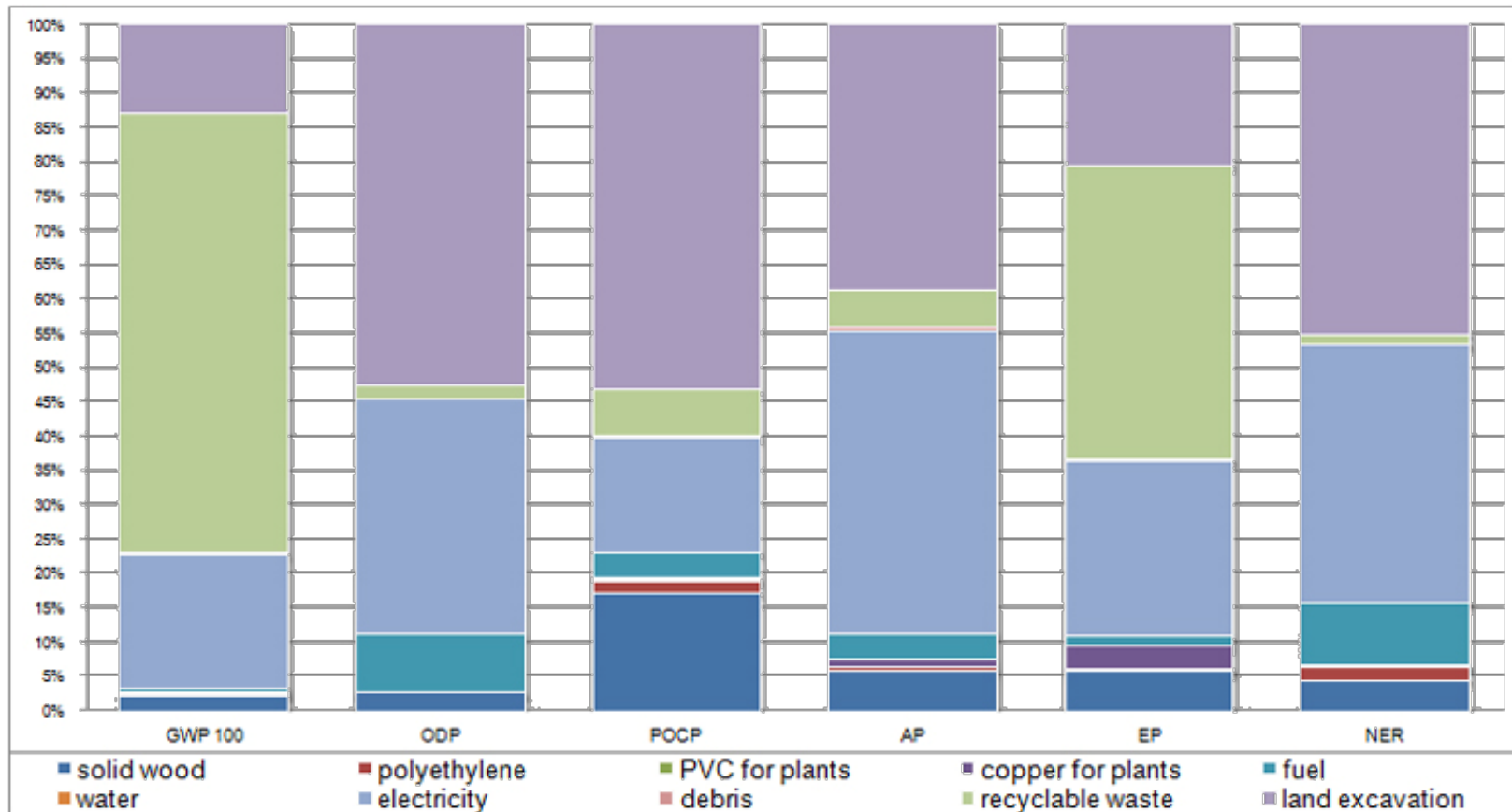
I risultati

Profilo ambientale dei materiali per le strutture



I risultati

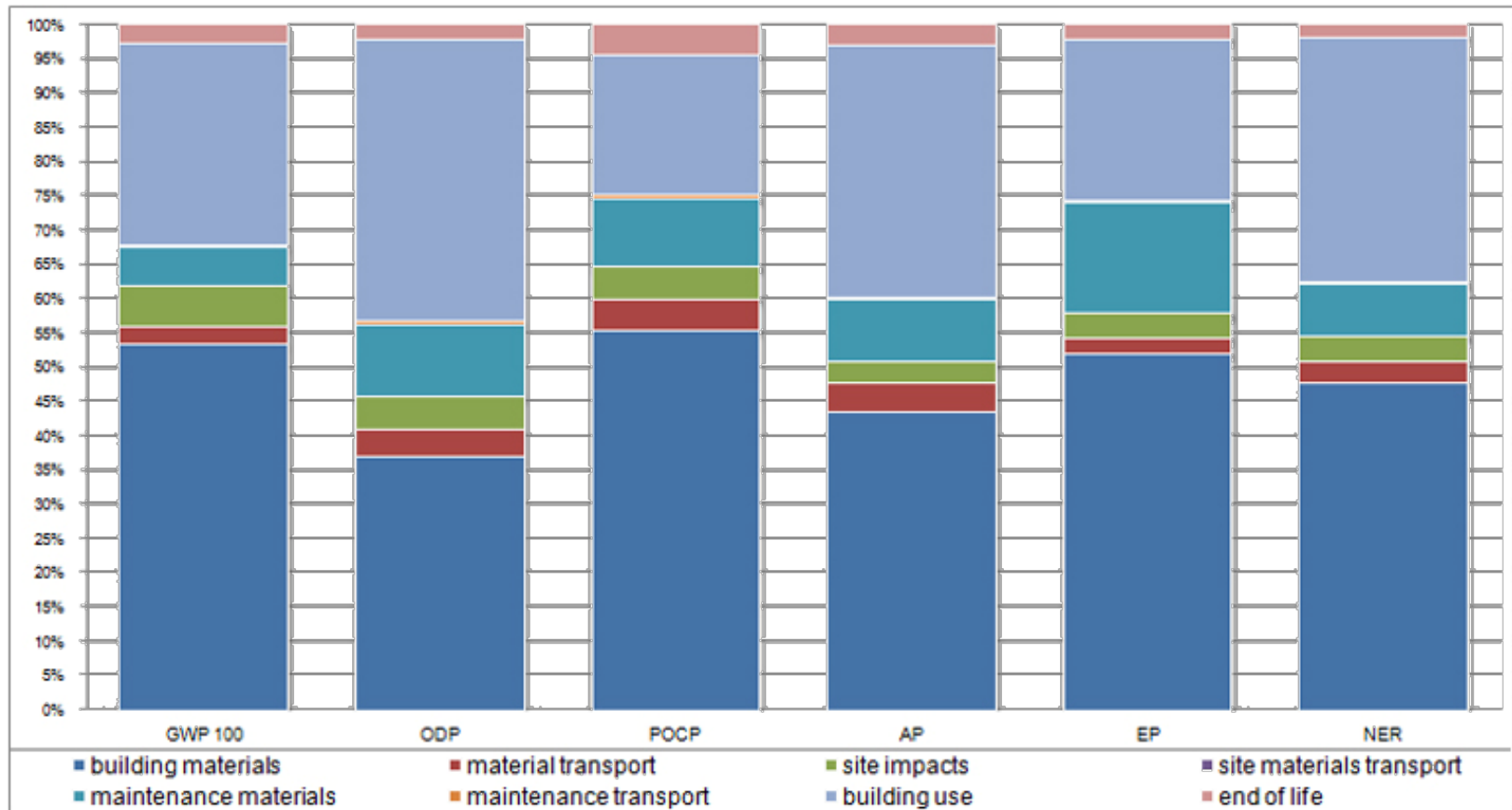
Impatti della fase di cantiere



- Legno massello
- Polietilene
- Rame
- Gasolio
- Acqua
- Elettricità
- Macerie
- Riciclabili
- Terre di scavo

I risultati

Profilo ambientale dopo 100 anni di vita utile



■ Materiali: 48%

■ Trasporti: 3%

■ Cantiere: 4%

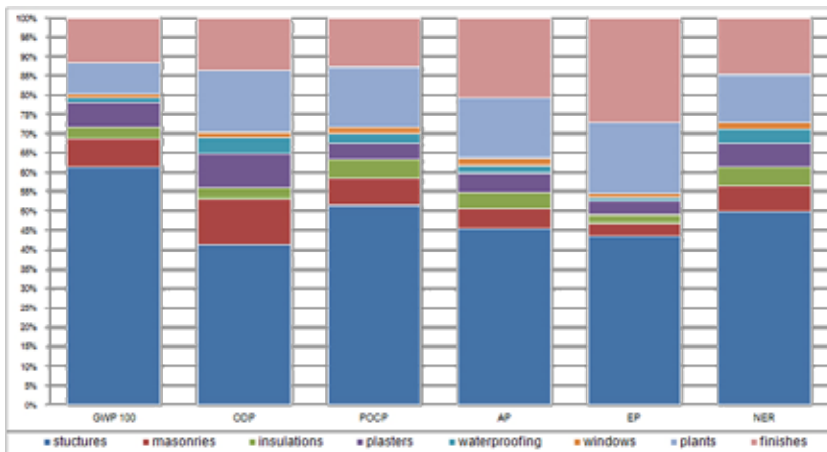
■ Manutenzione: 10%

■ Uso: 31%

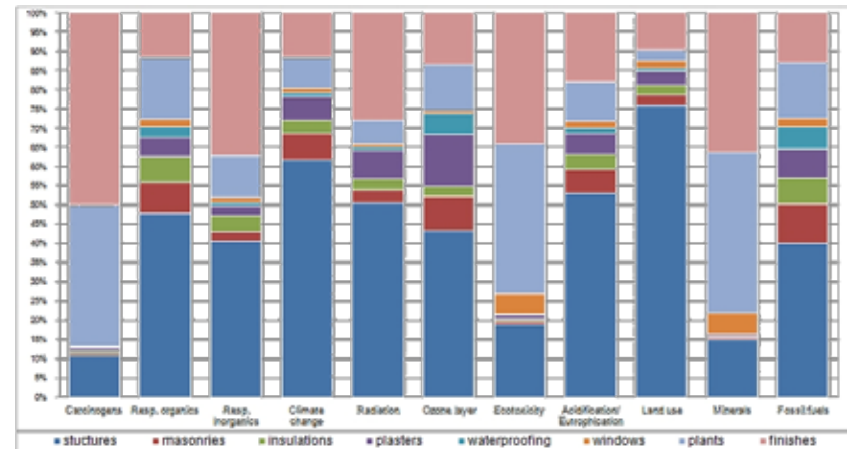
■ Fine vita: 3%

Conclusioni

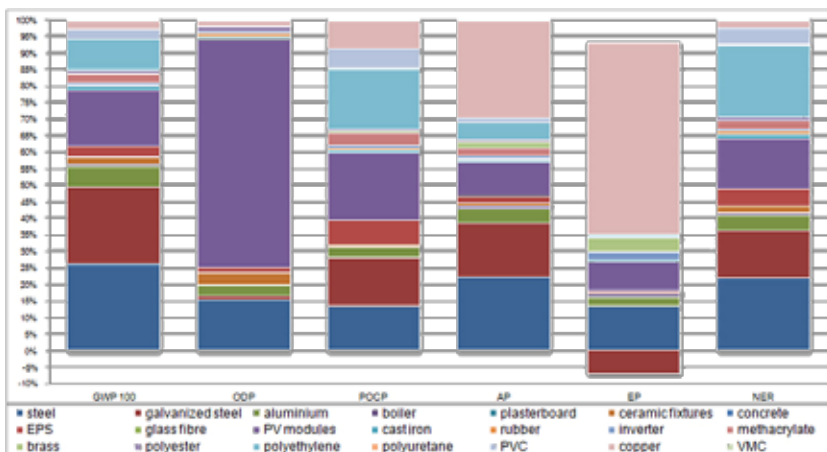
La scelta di metodi e indicatori



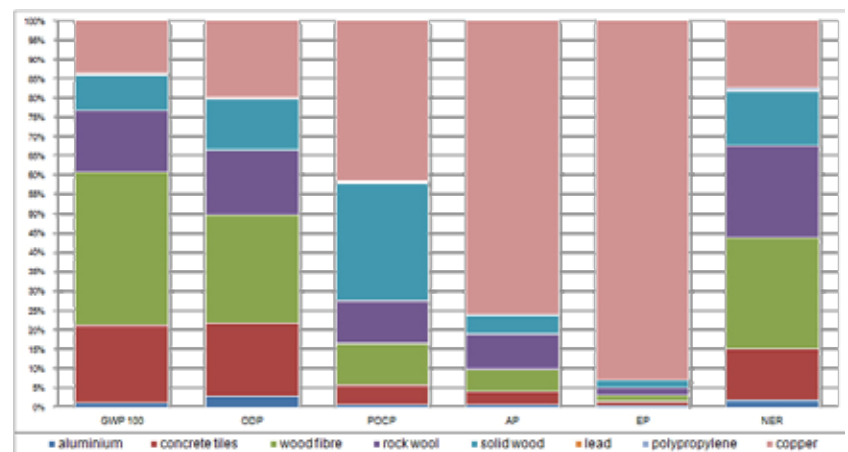
Produzione dei materiali. Metodo: EPD2008



Produzione dei materiali. Metodo: Eco-indicator 99



Produzione di componenti impiantistici



Produzione di materiali per le coperture

Conclusioni

- Spostamento degli impatti dall'uso alle altre fasi della vita
 - impatti in fase d'uso 31%
 - impatti in fase di pre-uso 55%
- Esclusione degli spazi non riscaldati e interrati dalla valutazione
 - consumo di materiali per l'interrato 54%
 - consumo di energia per l'interrato 31%
- Incremento della densità impiantistica
 - impatti dei componenti per gli impianti 14%
 - costi dei componenti per gli impianti 32%
- Il miglioramento delle performance in uso causa
 - elevati impatti di manutenzione 10%
 - elevati costi di manutenzione 20%
- Migliorare il profilo ambientale non è indipendente dalla verifica di aspetti economici, sociali, di uso e gestione del costruito

LA VALUTAZIONE DI MURATURE IN BLOCCHI DI CALCESTRUZZO AERATO AUTOCLAVATO

Le assunzioni

OBIETTIVO: confrontare il profilo ambientale di alcune chiusure verticali in blocchi di calcestruzzo aerato autoclavato con diversa densità, sia tra loro che con altre soluzioni materiche, per comprendere i profili ambientali

UNITA' FUNZIONALE: $U=0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

CONFINI DEL SISTEMA: valutazione di 1 m^2 di chiusura verticale

FASI DEL CICLO DI VITA ESAMINATE: produzione dei materiali costituenti

INDICATORI CONSIDERATI: Metodo Cumulative Energy Demand (PEI) e Metodo EPD2008 (GWP100, ODP, AP, EP, POCP)

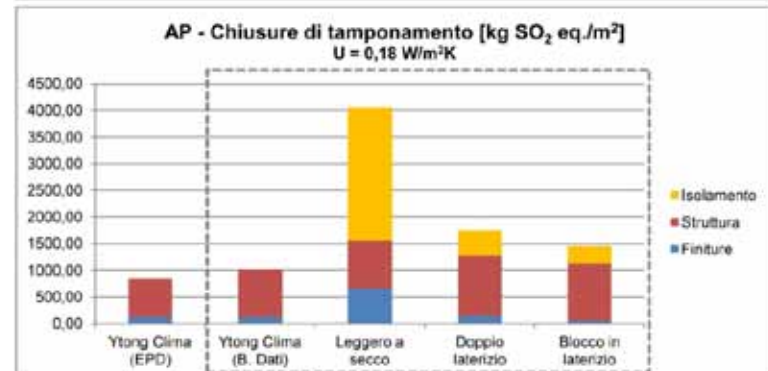
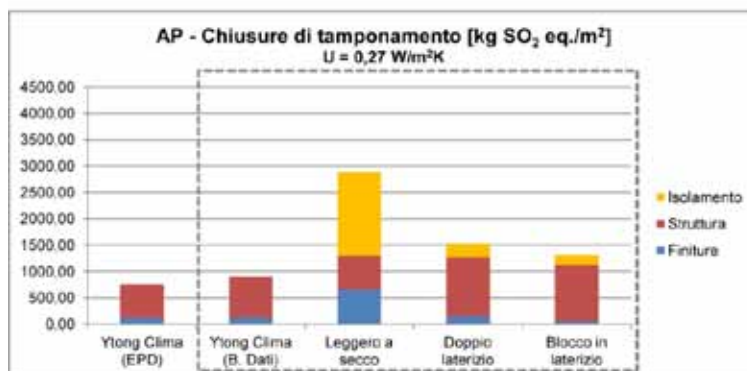
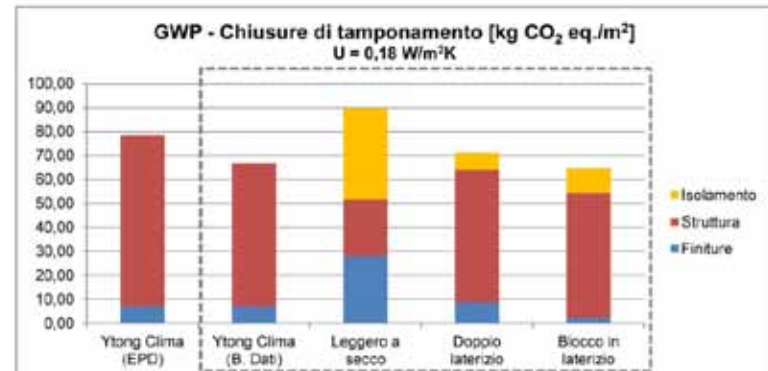
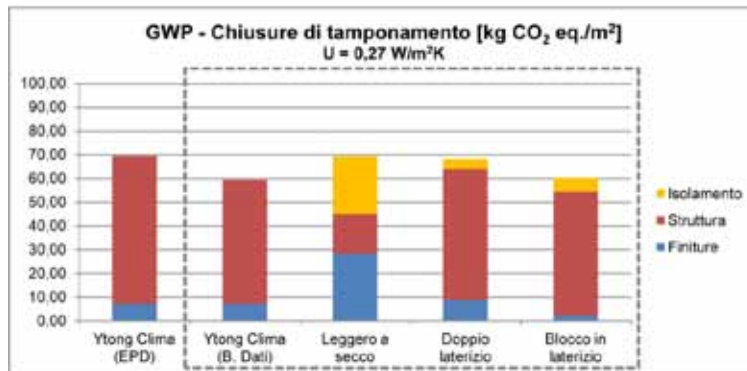
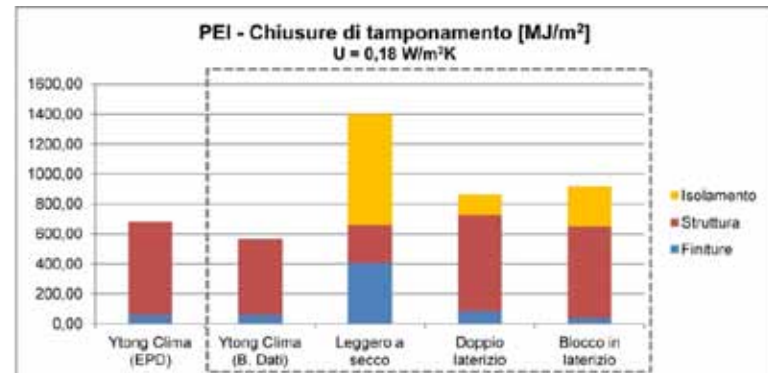
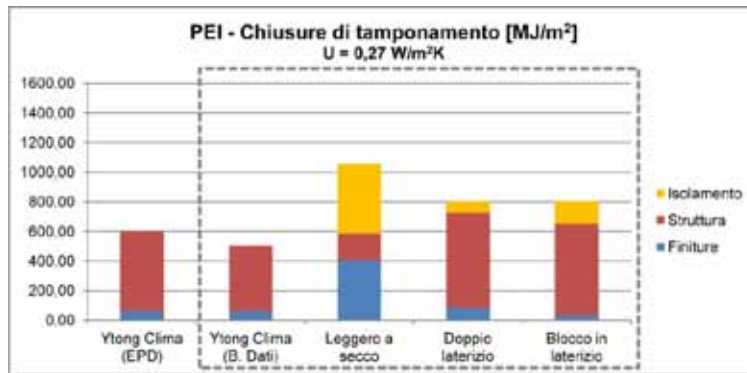
PRESTAZIONI VALUTATE: trasmittanza termica, sfasamento, fattore di attenuazione, trasmittanza termica periodica, profilo ambientale

Soluzioni di tamponamento

($U=0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- soluzione monostrato con blocco Ytong Clima 350 o ClimaGold 300
- soluzione leggera stratificata a secco con struttura in profili metallici, lastre a matrice cementizia e in cartongesso e pannelli rigidi in lana di roccia
- soluzione a doppia parete in blocchi di laterizio porizzato e mattoni forati con interposto un pannello semirigido in lana di roccia
- soluzione bistrato con blocco in laterizio porizzato e isolamento a cappotto in polistirene espanso sinterizzato

Soluzioni di tamponamento

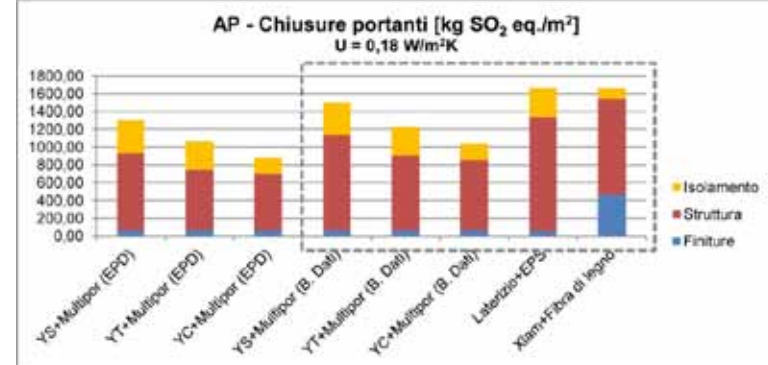
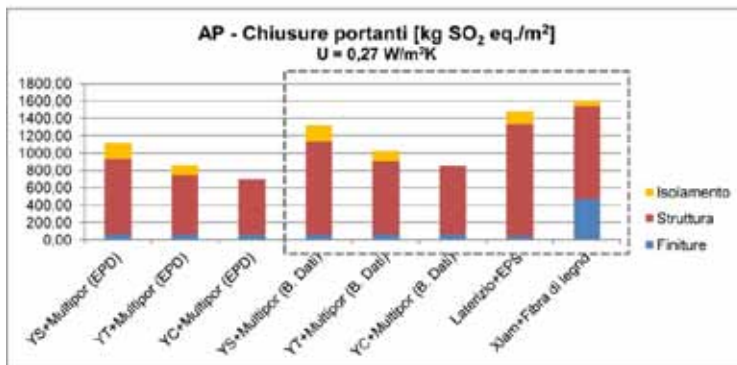
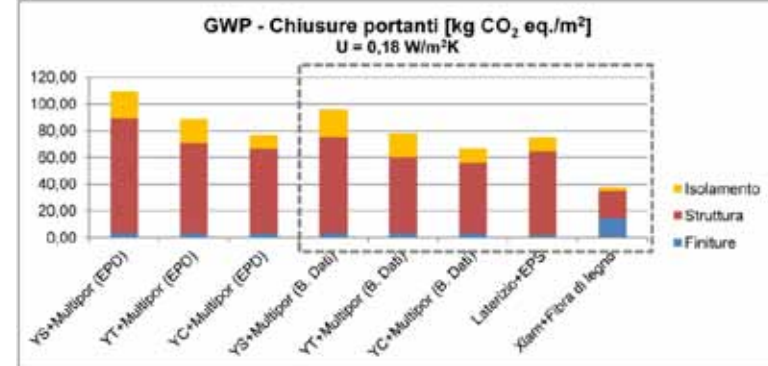
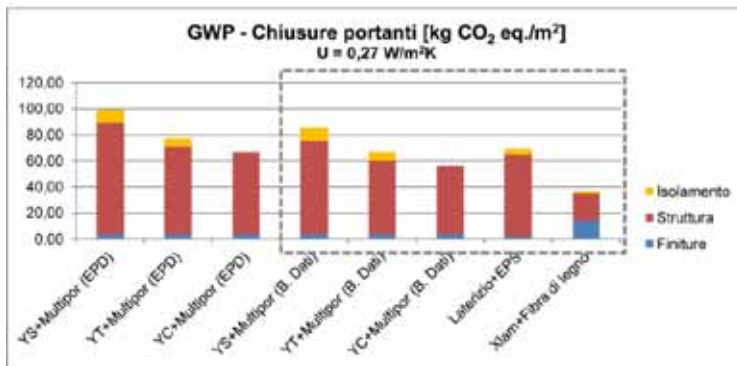
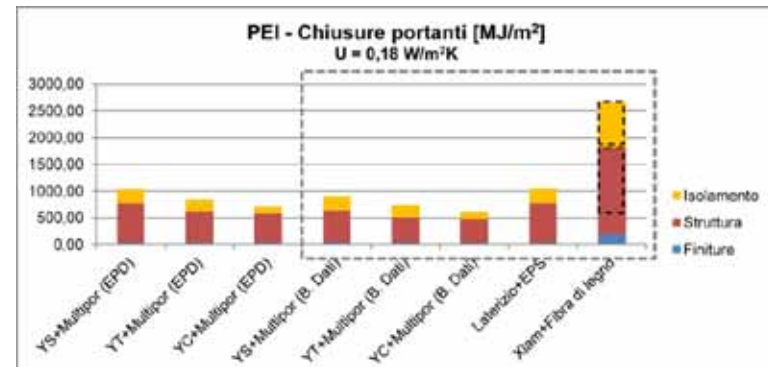
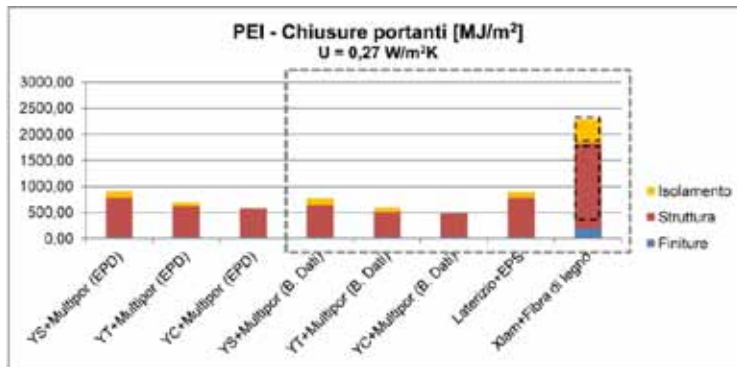


Soluzioni portanti

($U=0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U=0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$)

- soluzione bistrato con blocco Ytong Sismico 575 e cappotto in pannelli Multipor
- soluzione bistrato con blocco Ytong Thermo 450 e cappotto in pannelli Multipor
- soluzione bistrato con blocco Ytong Clima 350 e cappotto in pannelli Multipor
- soluzione bistrato con blocco in laterizio porizzato e isolamento a cappotto in polistirene espanso sinterizzato
- soluzione stratificata in legno con pannello portante X-lam, cappotto in fibra di legno e controparete isolata su struttura metallica intelaiata

Soluzioni portanti

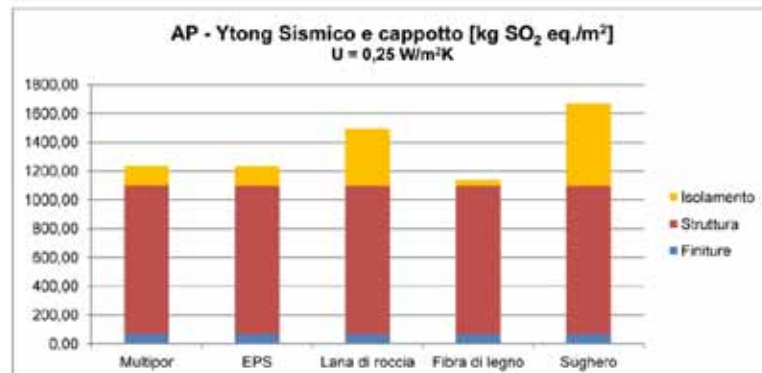
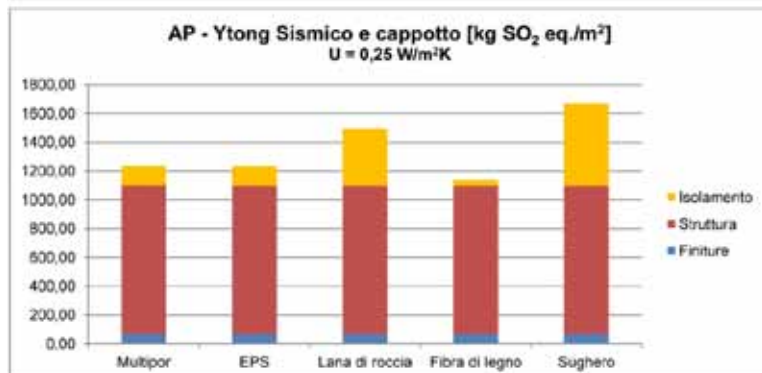
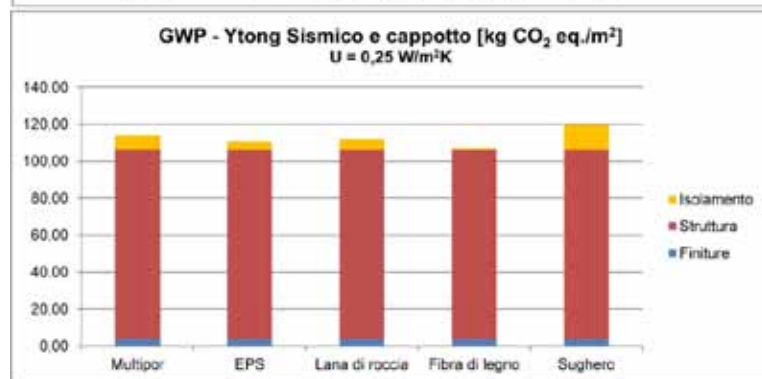
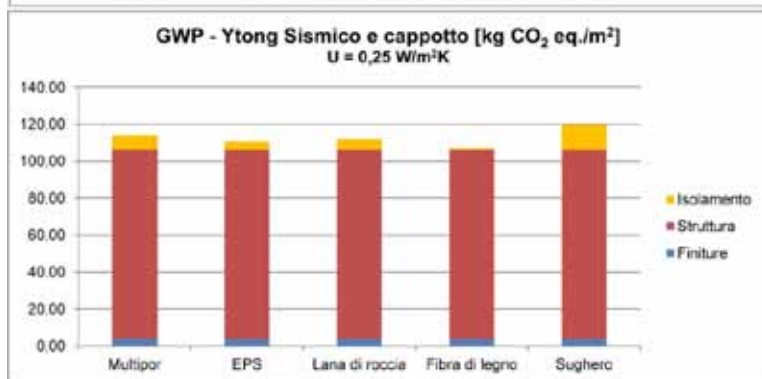
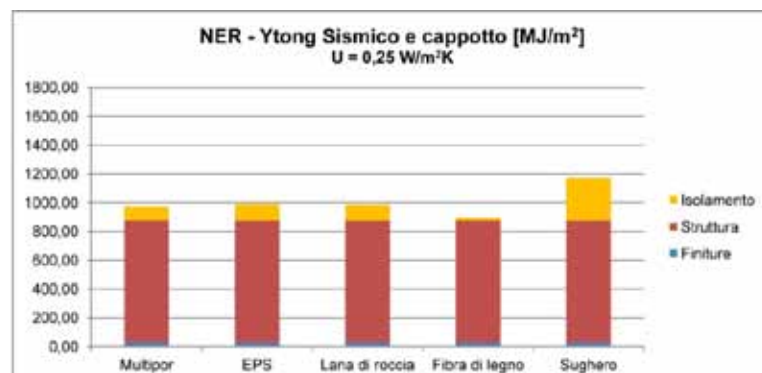
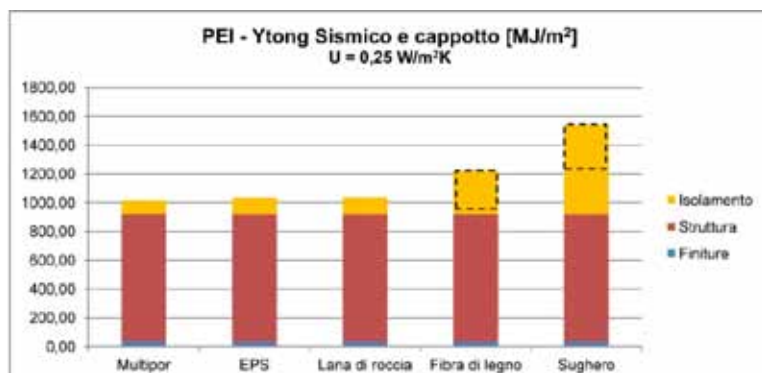


Soluzioni di isolamento a cappotto su blocco Ytong Sismico

($U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$)

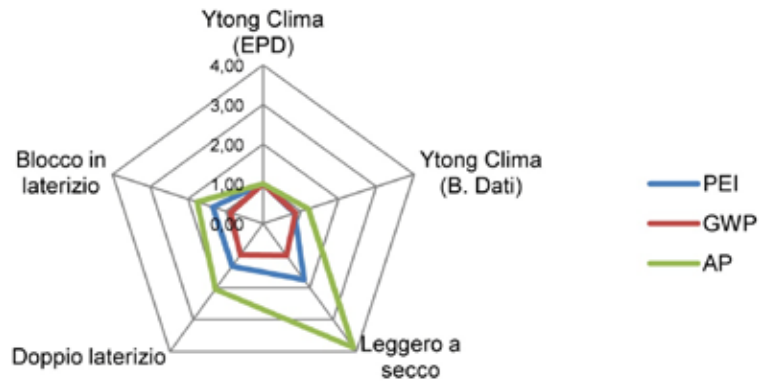
- Ytong Multipor
- polistirene espanso sinterizzato
- lana di roccia
- fibra di legno
- sughero

Soluzioni di isolamento a cappotto

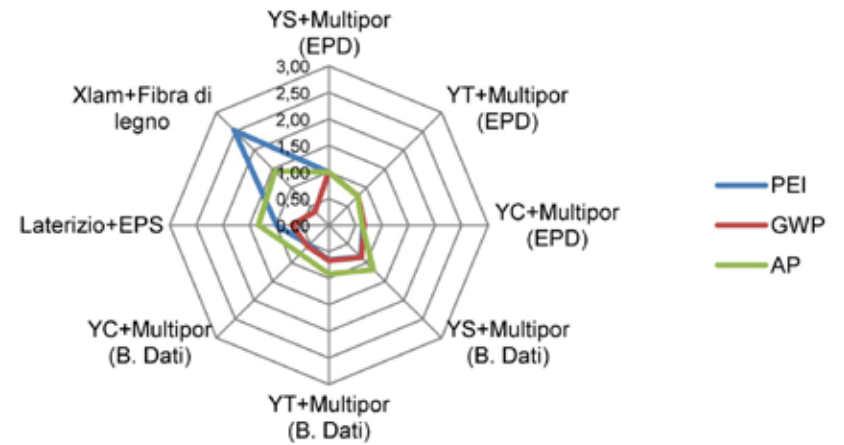


Conclusioni

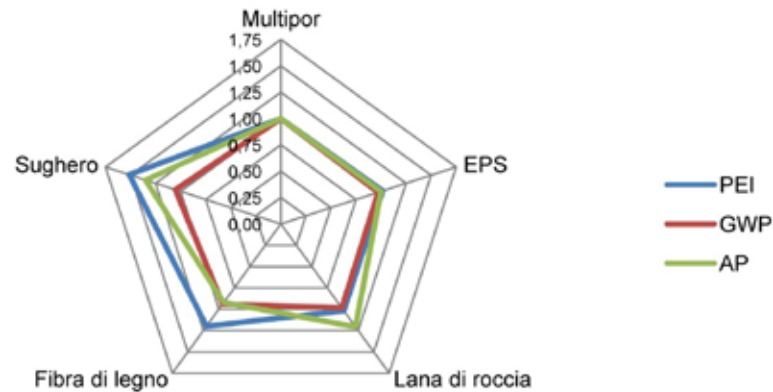
Chiusure di tamponamento
 $U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$



Chiusure portanti
 $U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$



Ytong Sismico e cappotto
 $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$



LA VALUTAZIONE LCA NELLA PRATICA EDILIZIA

La valutazione della componente

La chiusura verticale



2B

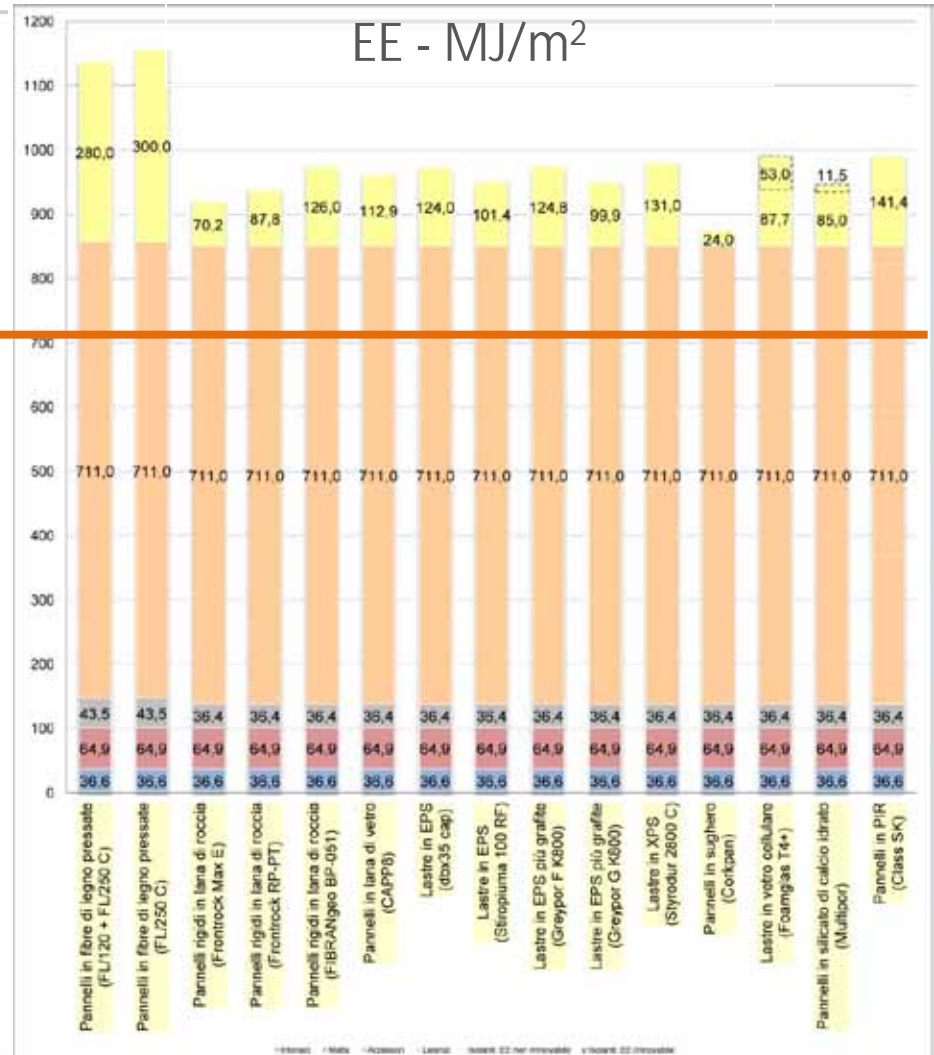
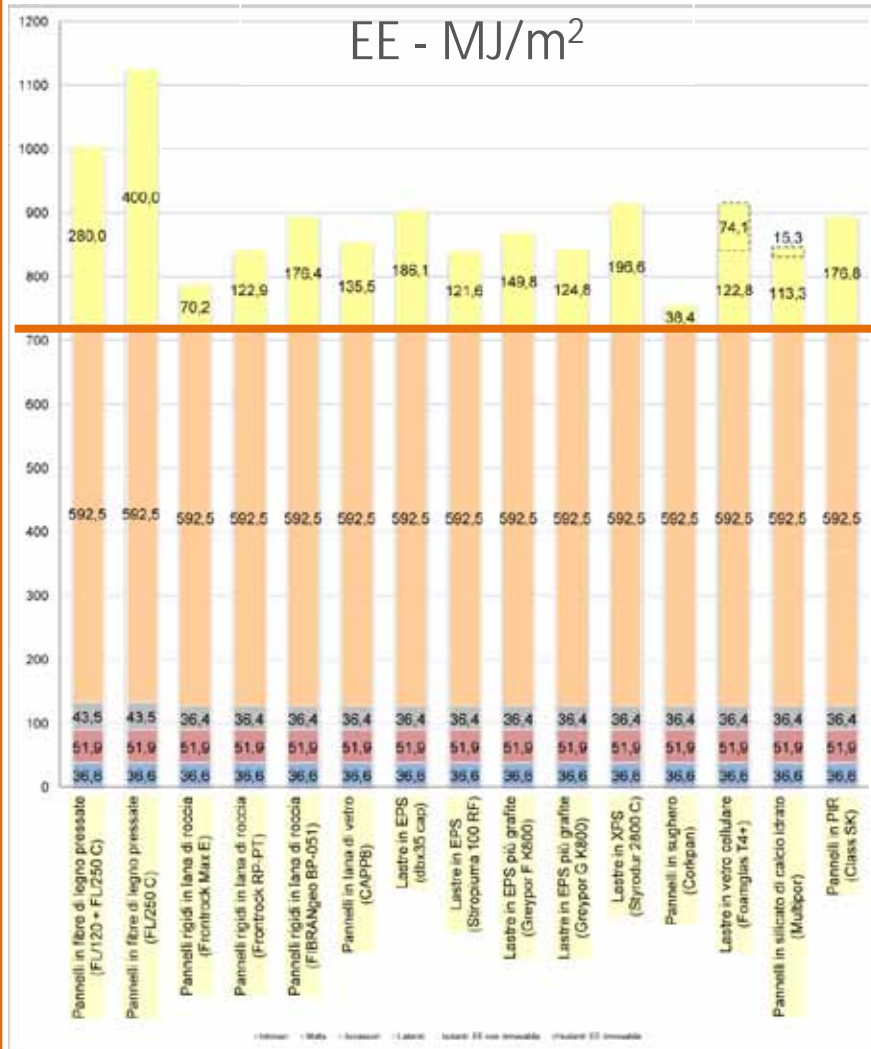
BLOCCHI IN LATERIZIO PORIZZATO (30X25X19) SPESSORE 25 cm. abbinati a:

N°	Comparto materico	DESCRIZIONE MATERIALI ISOLANTI Prodotti isolanti	DATI TECNICI ISOLANTI			M _s (kg/m³)	PRESTAZIONI PARETE					EE (MJ/m²)	EC (kgCO ₂ eq/m²)	R _w (dB) f: 500 Hz	COSTO (€/m²)
			ρ (kg/m³)	s. (m)	λ (W/mK)		R (m²K/W)	U (W/m²K)	φ (h)	f _{ia}	Y _w (W/m²K)				
1	FIBRA DI LEGNO (WF)	Pannelli in fibre di legno pressate (FL120 + FL250 C - Celenit S.p.A.)	100+250	0,08	0,045	211,50	3,03	0,33	14,64	0,10	0,033	1004,49	74,38	55,49	164,30
		Pannelli in fibre di legno pressate (FL250 C - Celenit S.p.A.)	250	0,08	0,049	217,50	2,95	0,34	15,59	0,09	0,031	1124,49	80,26	55,73	167,86
2	LANA DI ROCCIA (RW)	Pannelli rigidi in lana di roccia (Frontrock Max E - Rockwool Italia S.p.A.)	90	0,06	0,036	202,90	2,99	0,33	12,56	0,12	0,040	787,59	66,36	55,13	137,61
		Pannelli rigidi in lana di roccia (Frontrock RP-PT - Rockwool Italia S.p.A.)	135	0,07	0,039	206,95	3,11	0,32	13,04	0,11	0,035	840,24	71,06	55,30	145,28
		Pannelli rigidi in lana di roccia (FIBRANgeo BP-051 - Fibran S.p.A.)	150	0,07	0,040	208,00	3,07	0,33	13,11	0,11	0,036	893,79	71,85	55,34	136,25
3	LANA DI VETRO (GW)	Pannelli in lana di vetro ad alta densità (CAPP3 - Saint Gobain Isover S.p.A.)	75	0,06	0,037	202,00	2,94	0,34	12,45	0,12	0,041	852,84	68,06	55,09	125,70
4	POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO (EPS)	Lastre in polistirene espanso sinterizzato (dbx35 cap - Fortlan-dibi S.p.A.)	35	0,06	0,032	199,60	3,20	0,31	12,38	0,12	0,037	903,45	67,00	54,98	129,35
		Lastre in polistirene espanso sinterizzato (Stropiuma 100 RF - Sirap Insulation S.r.l.)	18	0,06	0,036	198,58	2,99	0,33	12,14	0,12	0,040	839,01	64,95	54,94	121,69
5	POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO PIU' GRAFITE (EPS)	Lastre in EPS più grafite (GreyPor F K800 - Lape S.r.l.)	19	0,06	0,035	198,64	3,03	0,33	12,19	0,12	0,040	867,18	66,59	54,94	125,59
		Lastre in EPS più grafite (GreyPor G K800 - Lape S.r.l.)	19	0,05	0,031	198,45	2,93	0,34	12,13	0,12	0,041	842,22	65,51	54,93	123,19
6	POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO (XPS)	Lastre in polistirene espanso estruso (Styrodur 2800 C - Ambrotecno Italia S.r.l.)	30	0,06	0,034	199,30	3,08	0,32	12,30	0,12	0,038	913,95	68,00	54,97	132,61
7	SUGHERO ESPANSO AUTOCOLLATO	Pannelli in sughero espanso autocollato (Corkpan - Tecnosugheri S.r.l.)	120	0,08	0,040	207,10	3,32	0,30	14,05	0,10	0,030	755,79	61,92	55,30	160,29
8	VETRO CELLULARE (CG)	Lastre in vetro cellulare (Foamglas T4+ - Pittsburgh Corning S.r.l.)	115	0,07	0,041	205,55	3,03	0,33	12,69	0,12	0,040	914,37	68,87	55,24	142,30
9	SILICATO DI CALCIO IDRATO	Pannelli in silicato di calcio idrato (Multipor - Xella Italia S.r.l.)	115	0,08	0,045	206,70	3,10	0,32	13,25	0,11	0,035	845,96	70,30	55,29	141,85
10	SCHIUMA POLYISO ESPANSA RIGIDA (PIR)	Pannelli in schiuma polyiso espansa rigida (Class SK - Stiferite S.r.l.)	35	0,05	0,028	199,25	3,11	0,32	12,30	0,12	0,038	894,14	66,74	54,97	126,36

Valore min	0,05	0,028	198	2,93	0,30	12	0,09	0,03	756	62	55	122
Valore max	0,08	0,049	218	3,32	0,34	16	0,12	0,04	1124	80	56	168
Valore medio	0,07	0,037	204	3,06	0,33	13	0,11	0,04	885	69	55	139

La valutazione della componente

La chiusura verticale

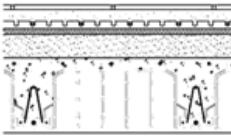


La valutazione della componente

Il solaio interpiano

PARTIZIONI INTERNE ORIZZONTALI - SOLAIO IN LATEROCEMENTO

Solaio interpiano in laterocemento dello spessore di 20+4 cm; massetto portaimpanti in calcestruzzo alleggerito, riscaldamento a pannelli radianti e pavimentazione in ceramica.
(Calcolo a m² di solaio)

Stratigrafia pacchetto	Strati o Elementi	Descrizione strato	Calcolo del volume dello strato (m ³)	Volume dello strato (m ³)	Densità del materiale (kg/m ³)	Quantità di materiale (kg)	Energia incorporata materiale (MJ/kg)	Energia incorporata strato (MJ/m ²)	CO ₂ incorporata materiale (kgCO ₂ eq/kg)	CO ₂ incorporata strato (kgCO ₂ eq/m ²)	Tot. Energia incorporata per 1 m ² di pacchetto (MJ/m ²)	Tot. CO ₂ incorporata per 1 m ² di pacchetto (kgCO ₂ eq/m ²)
	Strato 1	Piastrelle in gres	1*1*0,010	0,010	2300	23,00	12,00	276,00	0,780	17,94	1175,64	102,77
	Strato 2	Massetto in calcestruzzo	1*1*0,04	0,040	1600	64,00	0,67	42,88	0,097	6,21		
	Strato 3	Lastra EPS	1*1*0,045	0,045	30	1,35	109,20	147,42	4,390	5,93		
	Strato 4	Materassino fonoisolante in polietilene	1*1*0,005	0,005	30	0,15	83,10	12,47	2,540	0,38		
	Strato 5	Massetto in calcestruzzo per impianti	1*1*0,08	0,080	1600	128,00	0,67	85,76	0,097	12,42		
	Strato 6	Calcestruzzo cappa strutturale	1*1*0,04	0,040	2400	96,00	1,30	124,80	0,151	14,50		
	Elemento 1	Pignatte in laterizio	(0,5*0,25*0,2)*6,45	0,161	700	112,88	3,00	338,63	0,240	27,09		
	Elemento 2	Calcestruzzo travetti	(0,12*1*0,2)*1,61	0,039	2400	92,74	1,30	120,56	0,151	14,00		
	Strato 7	Intonaco in calce e cemento	1*1*0,015	0,015	1350	20,25	1,34	27,14	0,213	4,31		

Conclusioni

Suddivisione in sottosistemi

- strutture: fondazioni, elementi in elevazione, elementi orizzontali
- chiusure verticali opache
- chiusure verticali trasparenti
- chiusure orizzontali
- partizioni verticali
- partizioni orizzontali
- elementi di completamento dei fronti
- impianto idrico-sanitario
- impianto di climatizzazione
- impianti elettrici, TV, TLCC



Valutazione dell'edificio intero attraverso la valutazione dei materiali

Conclusioni

Suddivisione in fasi

- produzione di materiali e componenti
- trasporto di materiali e componenti
- costruzione e assemblaggio
- uso: consumi energetici
- uso: manutenzione, sostituzione, ripristino, ristrutturazione
- demolizione, smontaggio
- trasporto di rifiuti, materiali da riciclo
- smaltimento, riuso, riciclo



Valutazione dell'edificio intero attraverso le fasi della vita

GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE

Michele Paleari
michele.paleari@polimi.it

Organizza

MDS
MACRO
DESIGN
STUDIO

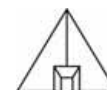
solutions for sustainable
architecture

In collaborazione con



ROCKWOOL
FIRESAFE INSULATION

Con il patrocinio di



Ordine degli Architetti
Pianificatori, Paesaggisti
e Conservatori
della Provincia di Trento



Collegio dei Periti Industriali e
dei Periti Industriali Laureati
della Provincia di Trento

In cooperazione con