



L'apporto di Agronomi e Forestali al settore dell'energia da biomasse



BIOMASSE PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IN EDILIZIA

Dott. Daniele Cappato

CMC Studio Ingegneri Associato
Via della Rocca – Torino
Tel. 011.8125905 – cappato@cmcstudio.it

MASTER CasaClima presso la LUB di Bolzano

ATTIVITA'

- Progettazione architettonica, strutturale e impiantistica
- Riqualificazione energetica edifici
- Progettazione impianti fotovoltaici
- Certificazione energetica



Dott. Daniele Cappato - CMC Studio Ingegneri Associato – via della Rocca 15 Torino
Tel. 011.8125905 - cappato@cmcstudio.it

Biomasse, edilizia ed energia

Le biomasse sono fondamentali ai fini energetici

- Produzione di calore
- Efficienza energetica

Le biomasse sono importanti perché

- Rinnovabili
- Riciclabili

CONSENTONO UNA NOTEVOLE DIMINUIZIONE DEL
CARICO DI GAS SERRA EMESSI DAL COMPARTO
EDILIZIO IN FASE DI COSTRUZIONE E DI GESTIONE

Edilizia ed energia

Il comparto edilizio ha un'elevato consumo di energia primaria

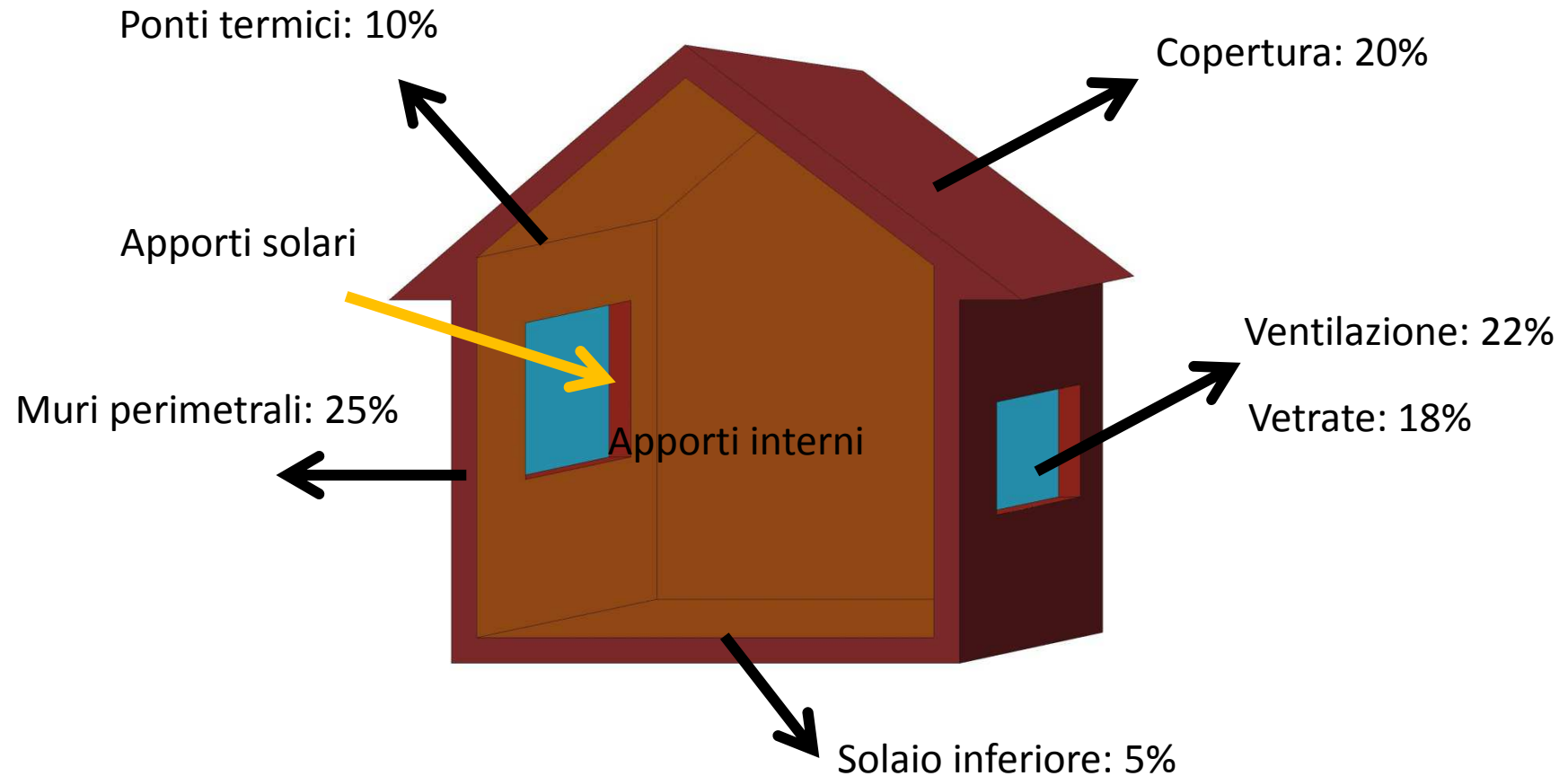
- In Europa circa il 40% del consumo totale di energia primaria è utilizzato per la costruzione e gestione degli edifici
- In Italia circa il 45% del consumo totale di energia primaria è utilizzato per la costruzione e gestione degli edifici (attualmente solo il 2% degli edifici appartiene a classi energetiche superiori alla C)

In Europa il settore dei trasporti è responsabile di circa il 32% del consumo totale di energia primaria

Direttiva [2010/31/UE](#)

- Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero.
- Gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi dovranno rispettare gli stessi criteri a partire dal 31 dicembre 2018.

Edilizia ed energia: dispersioni dall'involucro edilizio



Caratteristiche dei materiali isolanti

Isolamento contro il freddo

Conducibilità termica λ

E' una misura dell'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore

Indica la quantità di calore che attraversa 1 mq di materiale dello spessore di un metro quando il ΔT è pari a 1 K

Resistenza termica R

$$R = s/\lambda$$

Convenzionalmente si considera un materiale come isolante se $\lambda < 0.10 \text{ W/mK}$

Caratteristiche dei materiali isolanti

Isolamento contro il caldo

Capacità termica o calore specifico c

E' la quantità di calore necessaria ad innalzare di 1 K la temperatura di 1 kg di un materiale

Diffusività termica a

Rappresenta la capacità di un materiale di trasmettere più o meno rapidamente il calore

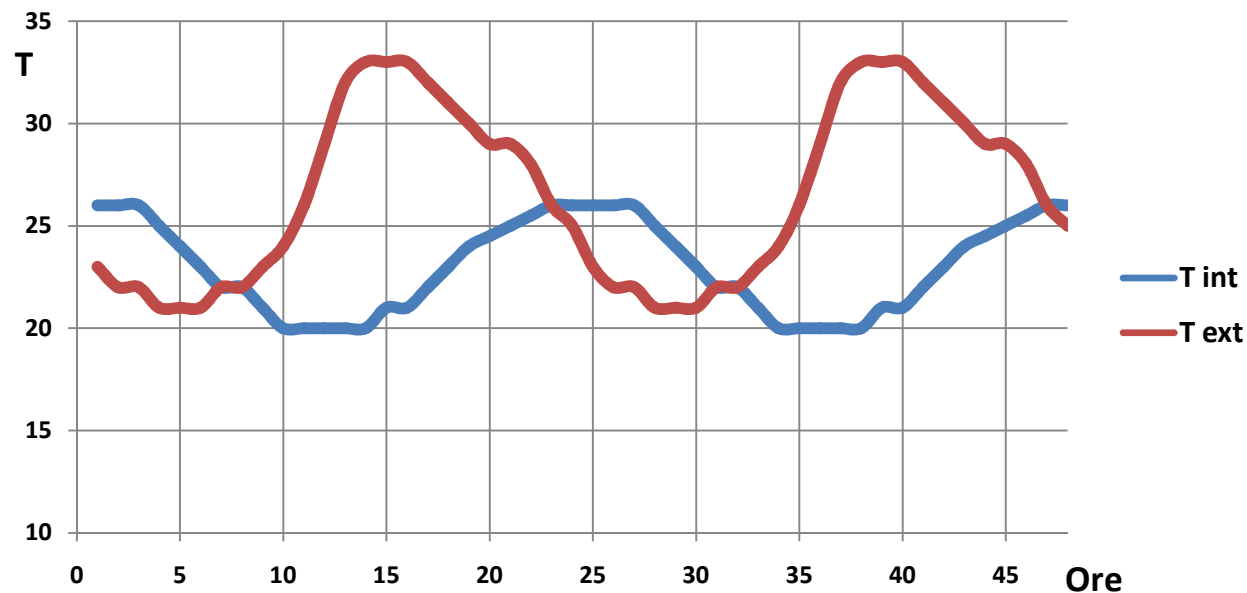
$$a = \lambda / (c \times \rho)$$

dove ρ è la densità del materiale

Caratteristiche dei materiali isolanti

Isolamento contro il caldo

Sfasamento dell'onda termica

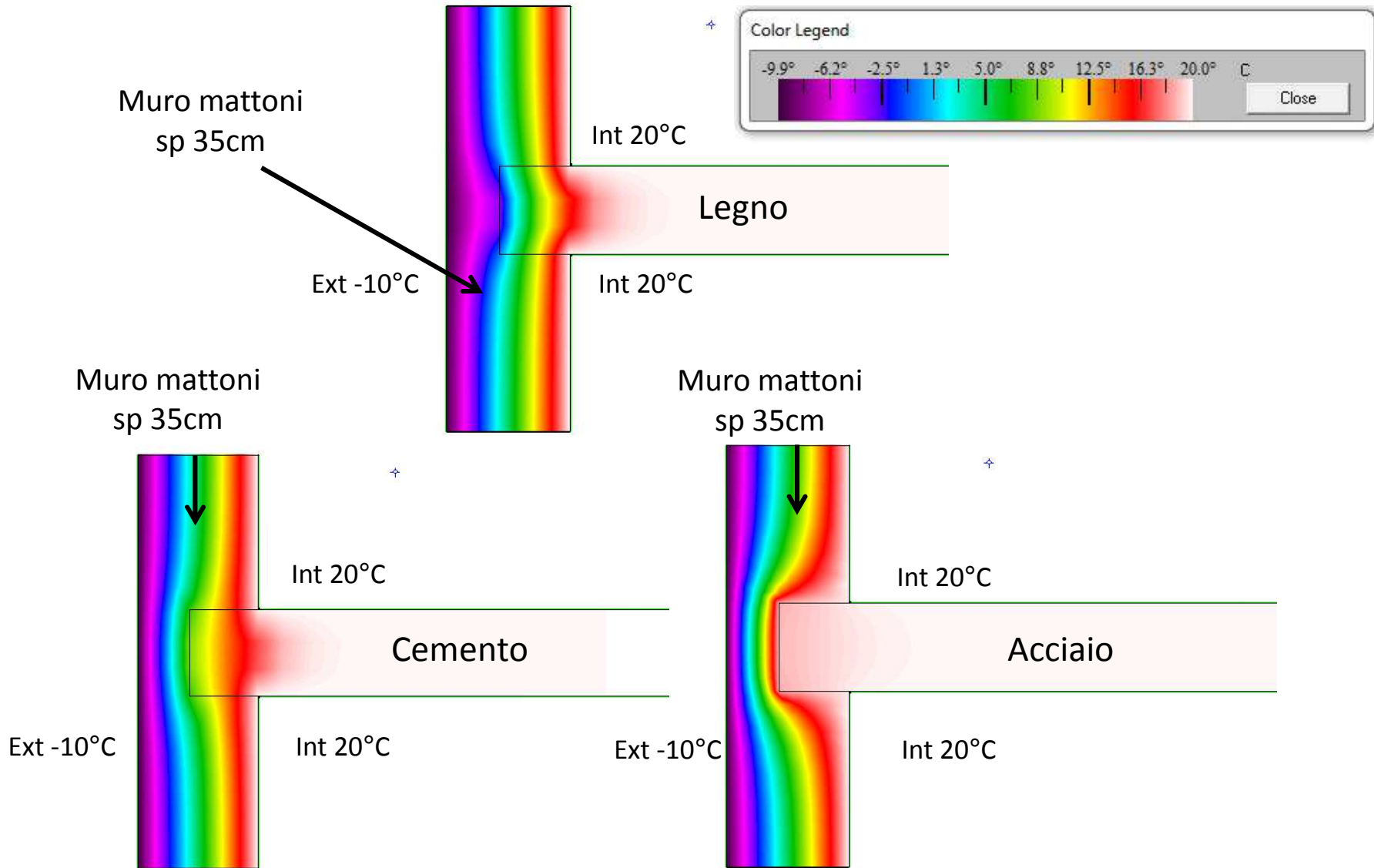


Attenuazione dell'onda termica

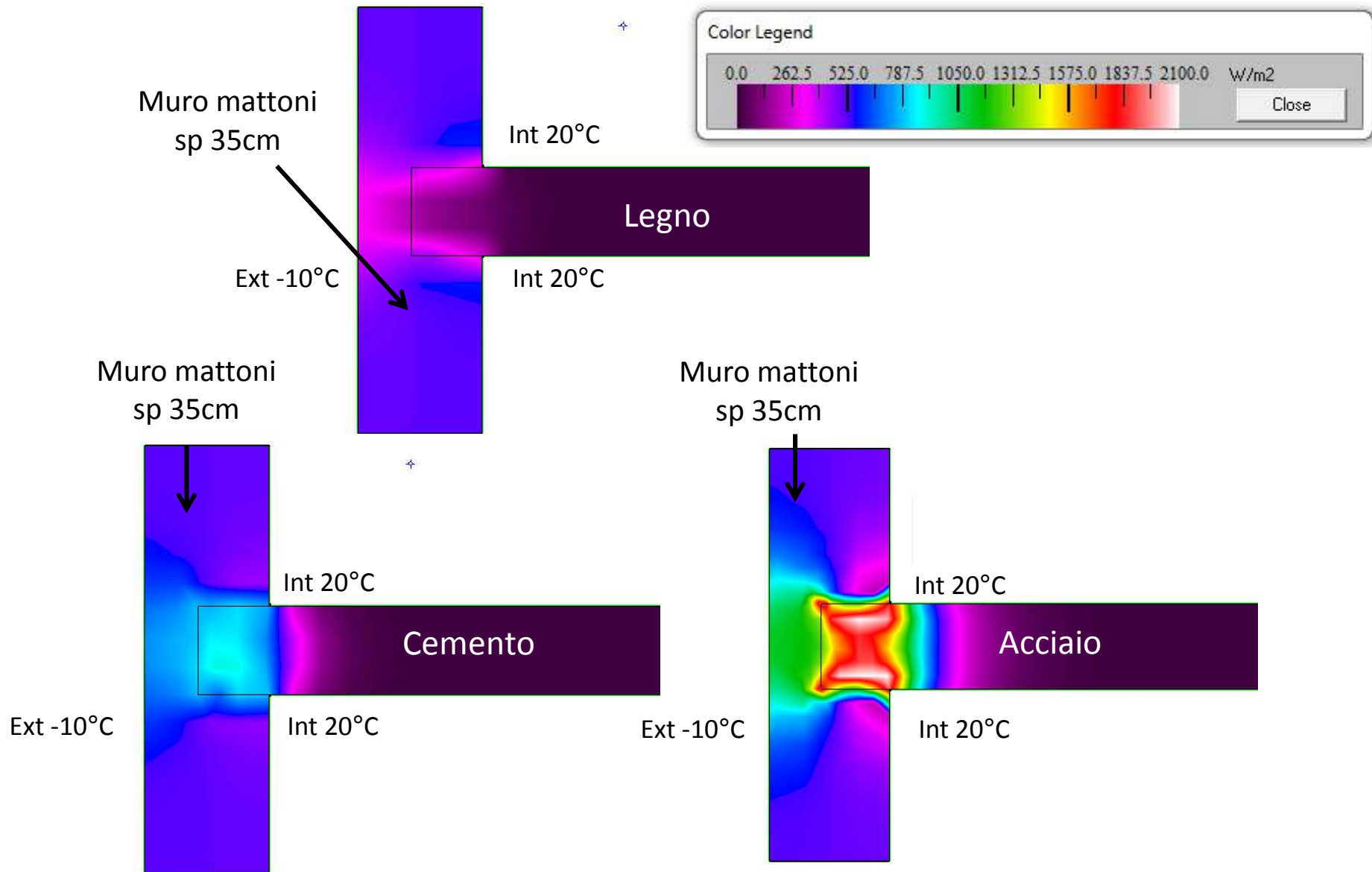
Proprietà termiche dei materiali edilizi

Materiale	λ [W/mK]	c [Wh/kgK]	ρ [kg/mc]	Rapporto materiale/legno a parità d'isolamento	
				Freddo	Caldo
Acciaio	17-50	0.125	7800	131-385	42-123
Pietre	3,5	0,240	2800	27	12.5
Cemento	2.0	0.278	2400	15	7.2
Pietre porose	1.74		2500	13	
Mattone pieno	0.60-0.80	0.250	1500-1800	4.6-6.2	3.8-4.3
Mattone forato	0.26-0.40	0.260	800-1400	2-3.1	2.6-3.0
Mattone porizzato	0.14-0.23	0.278	500-800	1.1-1.8	2.4-2.5
Legno duro	0.18	0.444	500	1.4	1.9
Legno tenero	0.13-0.22	0.444	700	1	1

Nodo trave solaio – muro perimetrale: isoterme



Nodo trave solaio – muro perimetrale: flussi energetici



Esempi di utilizzo del legno nelle costruzioni



Struttura intelaiata



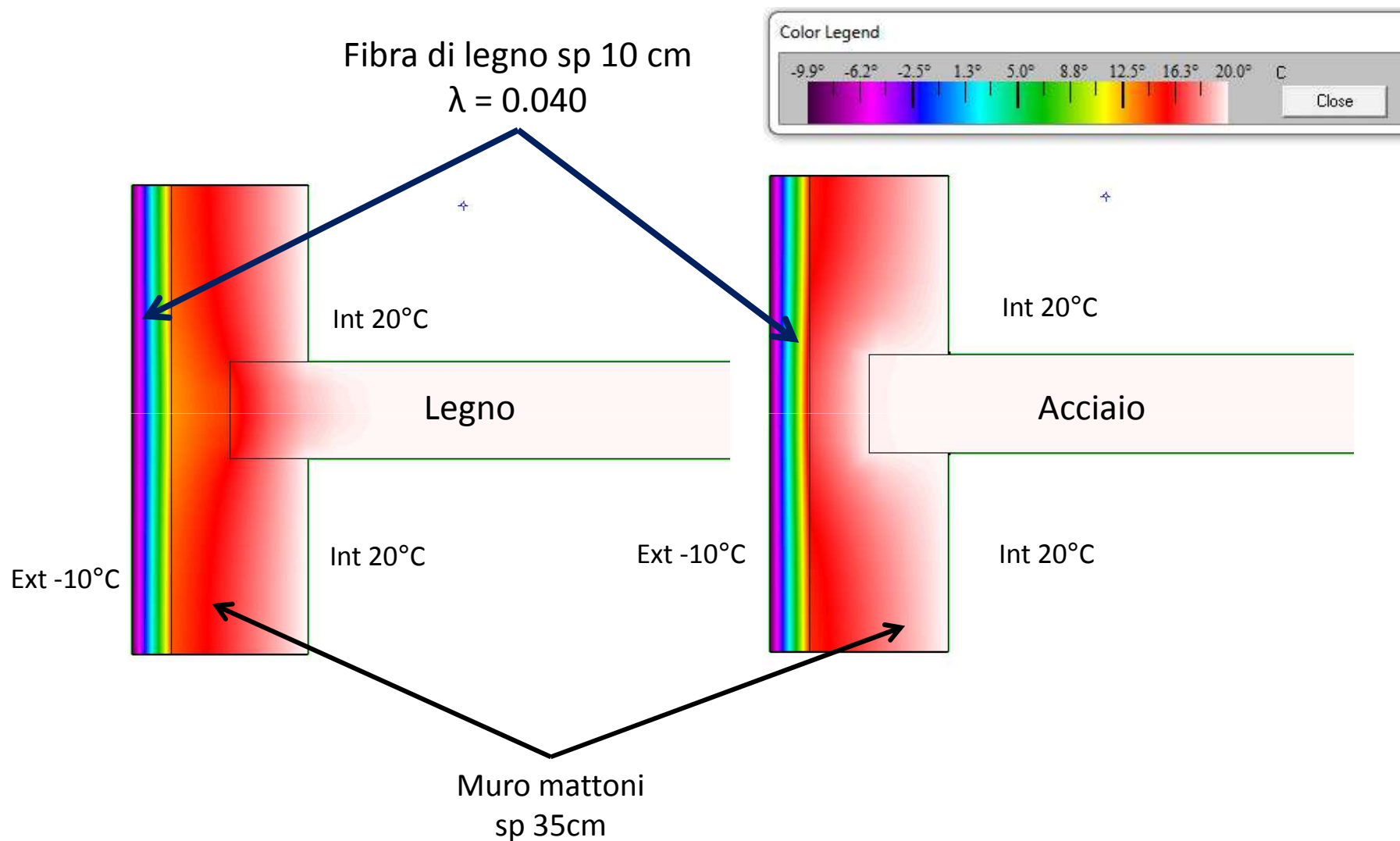
Struttura in x-lam



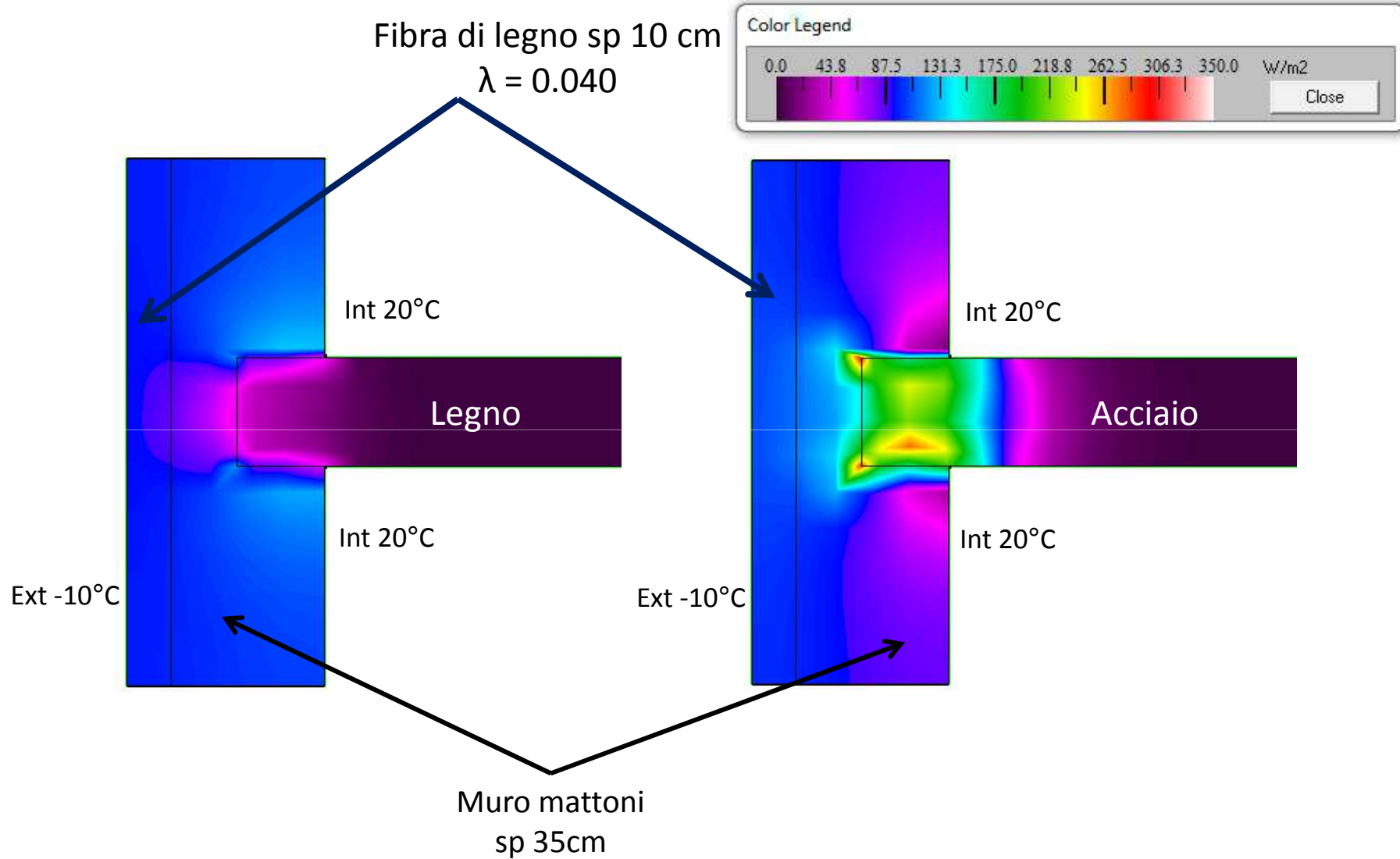
Proprietà termiche dei materiali edilizi per isolamento

Materiale	λ [W/mK]	c [Wh/kgK]	ρ [kg/mc]	Rapporto a parità d'isolamento	
				Freddo	Caldo
Mattone porizzato	0.14-0.23	0.278	500-800	3.9-6.4	2.3-2.4
Perlite	0.050	0.250	90	1.4	5.2
Vetro cellulare	0.045	0.250	150	1.3	2.8
EPS	0.040	0.350	25	1.1	10.6
XPS	0.036	0.350	35	1.0	6.8
Canne	0.056	0.170	190	1.6	4.0
Sughero	0.045-0.055	0.500	100-120	1.3-1.5	2.1
Paglia	0.054	0.170	140	1.5	5.3
Fibra di cocco	0.050	0.170	150	1.4	4.5
Fibra di canapa	0.040	0.360	22	1.1	11.7
Cellulosa sciolta	0.040	0.500	50	1.1	3.7
Fibra di legno	0.040	0.580	160	1.1	1.0
Lana di pecora	0.040	0.480	28	1.1	6.9
Fibra di lino	0.040	0.431	30	1.1	7.2
Cotone	0.040	0.500	25	1.1	7.4
Fibra di kenaf	0.039	0.569	50	1.1	3.2

Proprietà termiche dei materiali isolanti: isoterme



Proprietà termiche dei materiali isolanti: flussi di energia



Pannelli e feltri in fibra di legno

Vengono prodotti dalla lavorazione del legno di conifere (abeti, larici, pini) derivato da scarti e residui di segherie o dalla selvicoltura (manutenzione dei boschi).

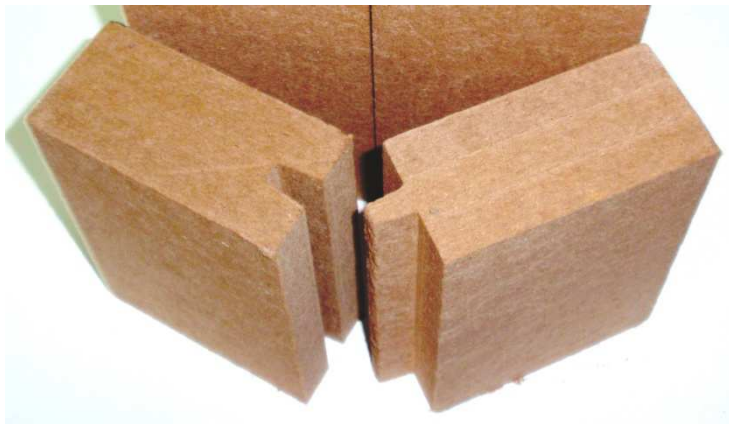
Il legno viene frantumato e quindi scomposto in fibre di legno fini mediante procedimenti termici e meccanici. Le fibre di legno vengono impastate con acqua, pressate in apposite forme ed essiccate fino all'ottenimento dei pannelli della densità desiderata.

Le fibre di legno fini conferiscono al pannello la sua stabilità tipica attraverso l'intreccio e l'infeltrimento subito durante la pressatura.

Il collante utilizzato può essere la lignina (resina naturale del legno) contenuta nelle fibre di legno stesse che vengono sprigionate per scomposizione con l'aggiunta di allume conferendo al pannello dopo l'essiccazione la stabilità necessaria senza dover aggiungere altri leganti. In alcuni casi, possono essere aggiunti collanti atossici, privi di solventi e formaldeide.

Per rendere i pannelli resistenti all'umidità vengono addizionati a seconda dell'uso per cui sono destinati alcune sostanze idrofobizzanti (lattice, cera e un surrogato di bitume a base di resina naturale).

I pannelli di fibra di legno vengono utilizzati nei sistemi di isolamento termoacustico a cappotto, nell'isolamento interno, nei solai e nelle coperture.



Pannelli e feltri in fibra di legno

La fibra di legno si distingue per diverse proprietà:

- è un materiale naturale eco-compatibile e riciclabile;
- consente un'ottima traspirabilità ed il passaggio del vapore, grazie alla struttura a pori aperti;
- è un materiale igroscopico (capace di regolare l'umidità);
- ha ottime proprietà di assorbimento sonoro grazie alla struttura fibrosa;
- grazie all'elevata densità allunga lo sfasamento dell'onda termica (protezione dal caldo estivo);
- in caso di incendio non sprigiona gas tossici;
- non contiene sostanze nocive;
- la materia prima è ampiamente disponibile e rigenerabile.



Pannelli in sughero e sughero sfuso

Il materiale di partenza è la corteccia della quercia da sughero.

Può essere utilizzato sfuso.

I pannelli sono ottenuti mediante tre procedimenti:

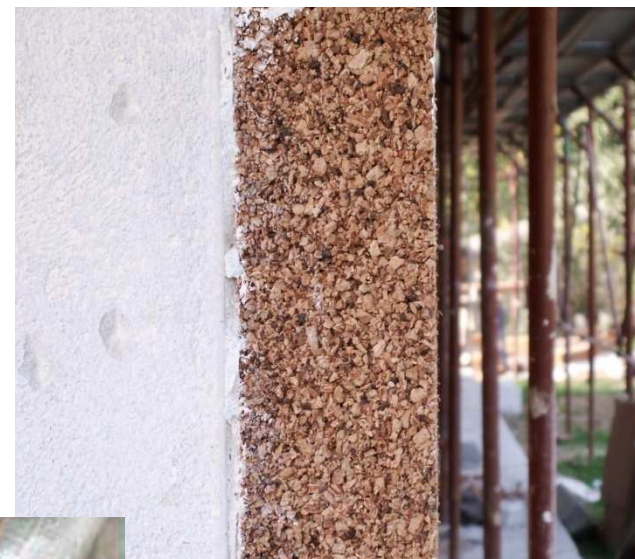
- Pannelli in sughero biondo: sono ricavati mediante pressatura a basse temperature (160°C) e aggiunta di collanti.
- Pannelli in sughero biondo compressi: sono ricavati mediante pressatura e trattamento a microonde ad alta frequenza senza aggiunta di collanti.
- Pannelli in sughero bruno sono ricavati mediante pressatura a elevate temperature (350-400°C) e senza aggiunta di collanti. L'incollatura è garantita dalla suberina presente nel materiale.



Pannelli in sughero e sughero sfuso

Può essere utilizzato nelle intercapedini, come sottopavimenti, sottotetto, sottotegola, cappotto interno o esterno, per tutti i tipi di isolamento acustico.

E' impermeabile all'acqua ma mantiene la proprietà di permeabilità al vapore e consente di far traspirare le murature.



Dott. Daniele Cappato - CMC Studio Ingegneri Associato – via della Rocca 15 Torino
Tel. 011.8125905 - cappato@cmcstudio.it

Pannelli e feltri in fibra di canapa

La canapa (*Cannabis sativa*) è una pianta erbacea annua appartenente alla famiglia delle Cannabinacee.

La coltivazione può avvenire in un range climatico che va dal sub-tropicale al temperato e va seminata da metà marzo in poi. Le piante possono raggiungere altezze da 2 a 6 metri.

La raccolta avviene nel periodo tra la fine di luglio e la metà di settembre. Il ciclo vegetativo è annuale e può ripetersi per 2-3 anni senza che il terreno accusi fenomeni di degrado.

Un impianto fitto non permette la crescita delle piante infestanti rendendo non necessario l'utilizzo di diserbanti. Per la produzione di materiali isolanti le fibre di canapa (85-90%), sono trattate con soda o sali di boro per migliorarne il comportamento al fuoco e vengono unite a un 10-15% di fibra di poliestere; sottoposte a trattamento termico in appositi forni (termofissaggio), in cui il poliestere si fonde e si salda alla fibra di canapa, fungendo da rinforzo e sostegno. Il processo consente di ottenere pannelli di diversa densità e spessore.



Pannelli e feltri in fibra di canapa

I pannelli di fibra di canapa trovano applicazione in intercapedini di pareti a struttura in legno o muratura, di coperture tra le travi e sopra le travi o soletta in laterocemento, in cappotti interni ed esterni, ventilati e non (porta intonaco).



Pannelli e feltri in fibra di kenaf

La pianta di kenaf (*H. cannabinus*) è un'erbacea che appartiene alla famiglia delle Malvacee, con diverse varietà che possono raggiungere dai 3 ai 6 metri di altezza, senza particolari ramificazioni. La sua somiglianza con la fibra delle conifere, la rende una pianta adatta a molteplici usi, anche alternativi al legno. Particolarmente diffusa in Sud America, la fibra di kenaf viene prodotta e coltivata anche in Italia, nella zona del Po nella bassa Pianura Padana.

I pannelli vengono composti lavorando la fibra, senza alcuna aggiunta di collanti o elementi chimici; semplicemente viene pressata o intrecciata, andando a formare pannelli semi rigidi che, a seconda dello spessore, sono in grado di rispondere molto bene sia a sollecitazioni meccaniche sia termoacustiche.



Pannelli e feltri in fibra di lino

La fibra viene ricavata dal libro del *Linum usitatissimum* ed è composta per circa il 70% da cellulosa.



I pannelli coibenti in fibra di lino possono essere:

- morbidi e vengono utilizzati per l'isolamento termico ed acustico di intercapedini di strutture lignee, cappotti esterni ventilati, cappotti interni, coperture ventilate, pareti divisorie interne, controsoffitti, sottopavimenti e solai;
- rigidi e vengono utilizzati per l'isolamento acustico di solai galleggianti
- i fiocchi vengono utilizzati per il riempimento di fessure da isolare.



Paglia

Le case di paglia nascono nella seconda metà dell'Ottocento negli Stati Uniti nello stato del Nebraska, a opera di pionieri stabilitisi in una zona povera di pietre e legname, materiali tradizionalmente utilizzati per le costruzioni.

La paglia é un prodotto agricolo di scarto con tanti usi tradizionali: gli steli avanzati dal raccolto del grano, frumento, orzo, avena e riso vengono usati principalmente come lettiera per gli animali.

La recente normativa italiana non prevede la possibilità di costruire con la tecnica autoportante bensì è necessaria una struttura portante, che può poi venire tamponata con le balle di paglia.

Contrariamente a quanto si potrebbe pensare le balle di paglia sono così densamente compresse che non hanno abbastanza aria di combustione e hanno perciò un'elevata resistenza agli incendi, specie se rivestite d'intonaco.



Canna palustre

La canna palustre è una delle più diffuse graminacee nostrane: nasce spontaneamente in prossimità di corsi o ristagni d'acqua; ricresce annualmente, non contiene e non emette sostanze nocive in nessuna fase del ciclo di vita, per questo motivo è considerato un prodotto sostenibile e a basso impatto ambientale.

La canna palustre secca viene raccolta con appositi macchinari, successivamente vengono costituiti dei fasci i quali andranno poi a formare i pannelli di canna. Le canne vengono compresse e legate meccanicamente con filo di ferro zincato o filo di nylon, tenendo insieme il pacchetto da parte a parte senza rompere le cavità interne

I pannelli di canna palustre, trovano applicazione in:

- cappotti interni ed esterni, rifiniti ad intonaco o rivestiti in legno
- in intercapedini di pareti, solai e coperture di strutture in legno soffitti e controsoffitti
- pareti divisorie interne.

Vengono commercializzate anche stuoie di canna palustre utilizzate con funzione di rete porta intonaco.



Fibra di cocco

Prodotto di scarto proveniente dall'industria della raccolta delle noci, la fibra di cocco è un isolante di origine vegetale e si ricava dal mesocarpo, lo spesso strato fibroso che ricopre il guscio della noce di cocco. Tecnicamente lo strato fibroso viene separato dalla noce e macerato in acqua salmastra e fango per circa 6-10 mesi, così da eliminare le parti organiche putrescibili.

Il trattamento finale prevede l'impregnatura con sali di boro, silicato di sodio o ammonio così da migliorarne la resistenza al fuoco.



Lana di pecora

In commercio esistono pannelli e materassini isolanti che usano sia una combinazione di lana di pecora e di lana riciclata sia la sola lana di pecora ricavata dalla tosatura. Una caratteristica peculiare della lana di pecora è quella di essere idrorepellente e allo stesso tempo di assorbire l'umidità igroscopica: può assorbire acqua fino al 33% del suo peso senza alterare le sue proprietà isolanti e cede lentamente l'acqua assorbita equilibrando l'umidità relativa dell'aria.



Nei pannelli per isolamento progettati per l'edilizia il problema della scarsa stabilità del filato puro di lana viene risolto con l'aggiunta di polistirene riciclato (di solito ricavato dal riuso delle bottiglie di plastica) nella misura di un 20-25%, che va a costituire la struttura elastica in cui la lana va a ingabbiarsi senza compromettere le caratteristiche prestazionali ed ecologiche del prodotto.



Cellulosa sciolta

Materiale con buone capacità di coibentazione termoacustica, con l'ottimo pregio della provenienza da riciclaggio, la fibra di cellulosa è ottenuta con una speciale tecnica di trasformazione della carta dei quotidiani, che, grazie all'utilizzo di componenti minerali naturali (in genere sali di boro), la rende non infiammabile, inattaccabile alle muffe, dai roditori e dagli insetti.

Il materiale viene insufflato nelle intercapedini di pareti e di coperture.



Tetti verdi



Dott. Daniele Cappato - CMC Studio Ingegneri Associato – via della Rocca 15 Torino
Tel. 011.8125905 - cappato@cmcstudio.it

Tetti verdi



Dott. Daniele Cappato - CMC Studio Ingegneri Associato – via della Rocca 15 Torino
Tel. 011.8125905 - cappato@cmcstudio.it

Pareti verdi



Dott. Daniele Cappato - CMC Studio Ingegneri Associato – via della Rocca 15 Torino
Tel. 011.8125905 - cappato@cmcstudio.it

Simulazione terremoto di Kobe (7.2 Richter) su struttura lignea in X-Lam



Fonte: CNR-IVALSA, in collaborazione con il NIED (National Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan)

Simulazione incendio su struttura lignea in X-Lam



Fonte: CNR-IVALSA in collaborazione con il BRI (Building Research Institute di Tsukuba – Giappone)



GRAZIE