

arch. Andrea BOZ
www.arkboz.com



ESPERTO E DOCENTE CASA CLIMA
- ESPERTO PROGETTISTA CASE PASSIVE
- SPECIALIZZATO TUW - URBAN WOOD



CENTRO STUDI "COPERNICO" - TREVISO

**REALIZZAZIONE E RISTRUTTURAZIONE ENERGETICA
E STRUTTURALE DEI TETTI IN LEGNO - Mestre 13/12/2013**

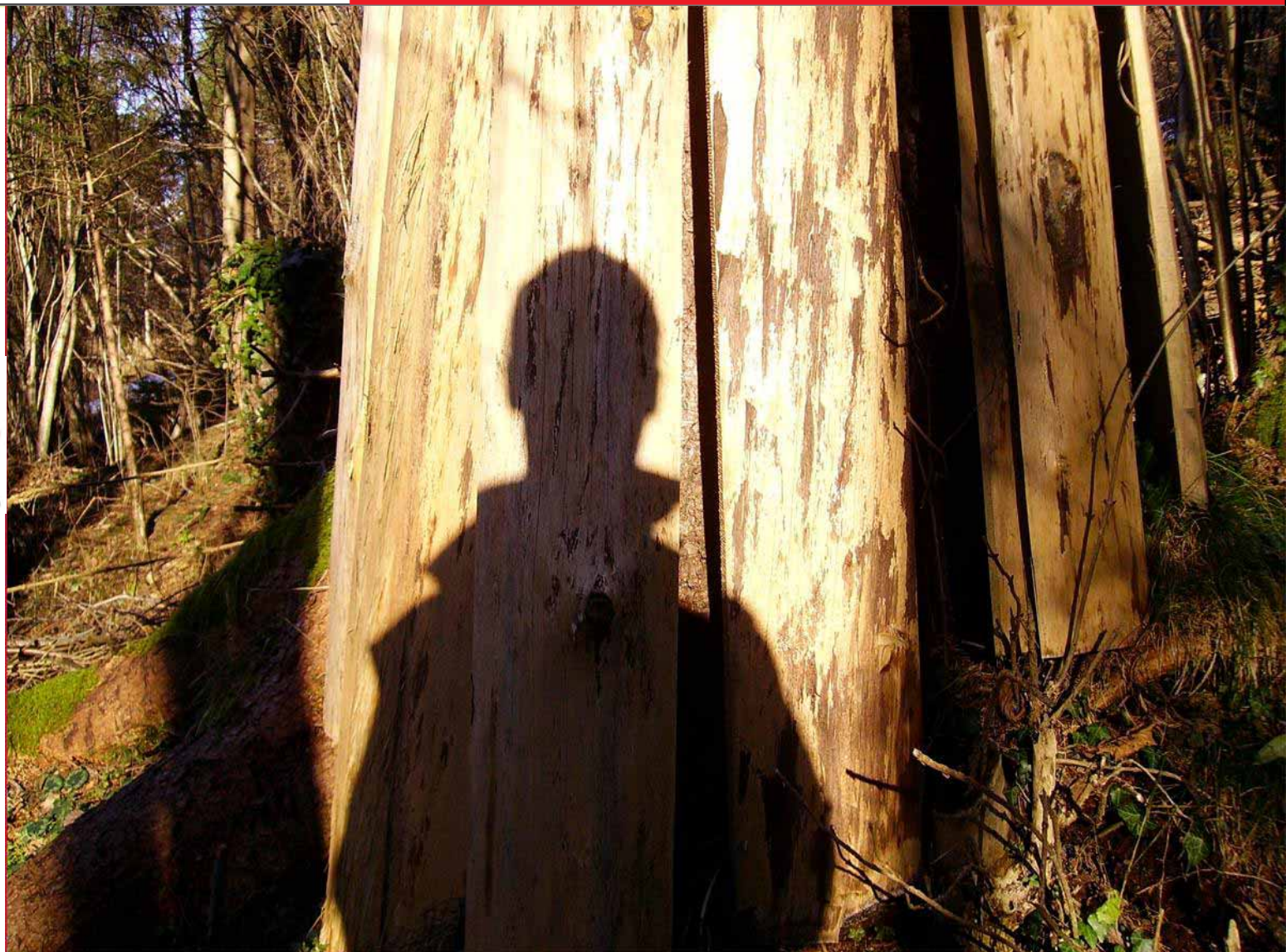
arch. Andrea BOZ



ESPERTO E DOCENTE CASA CLIMA
- ESPERTO PROGETTISTA CASE PASSIVE
- SPECIALIZZATO TUW - URBAN WOOD

Via Nazionale, n°44
33026 - Paluzza (Ud)
Tel/Fax 0433890282

www.arkboz.com
andrea@4ad.it



Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Capannoni “Le Gaggiandre” - Arsenale di Venezia - XIII Secolo

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Primordi della prefabbricazione - arch. Konrad Wachsmann - Obercunnersdorf (Germania) – Anni '30

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Abitazione estiva “Einstein” - arch. Konrad Wachsmann - Postdam (Germania) - 1933

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Architettura organica in stile tradizionale – Zakopane (Polonia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



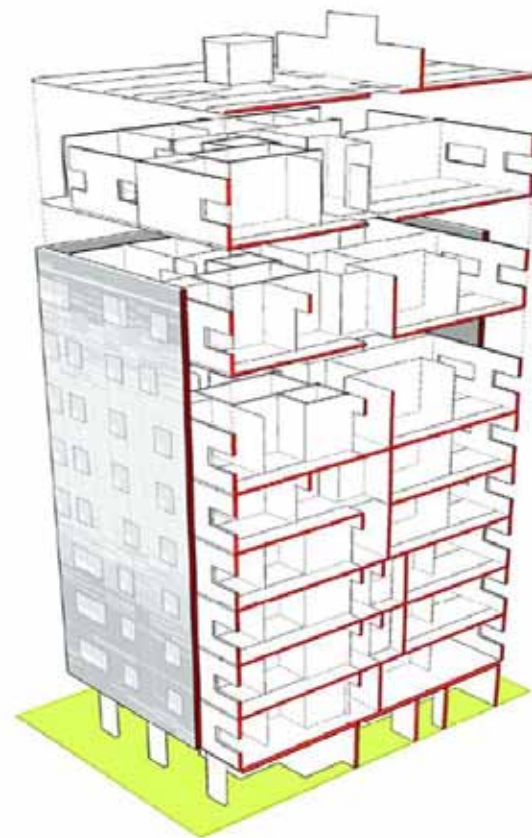
Ampliamento moderno sede “Banca etica” – Padova (Italia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Rifugio alpino prefabbricato in stile tradizionale – Sajathutte (Austria)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Edificio “Murray Grove” a 9 piani – Londra (Inghilterra)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Edificio “Murray Groove” a 9 piani – Londra (Inghilterra)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Centro commerciale a basso consumo energetico – Sillian (Austria)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Complesso industriale a basso consumo energetico – Cortaccia (Italia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Villa unifamiliare mista legno e muratura – Stavanger (Norvegia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Rifugio panoramico sui fiordi – Preikstolen (Norvegia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Rifugio panoramico sui fiordi – Preikstolen (Norvegia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Rifugio panoramico sui fiordi – Preikstolen (Norvegia)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Inceneritore rifiuti – Vienna (Austria)

Introduzione generale – Carrellata fotografica esemplificativa di architetture contemporanee in legno



Centro culturale J.M. Tjibaou – Nouméa (Nuova Caledonia)

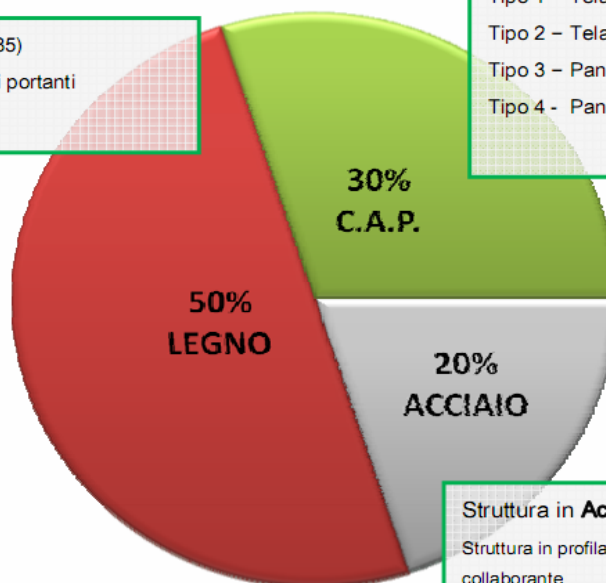
Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila

Progetto C.A.S.@E.



I sistemi costruttivi

Struttura in **LEGNO** (92 edifici su 185)
Tipo 1. – Sistema X-LAM a pannelli portanti
Tipo 2 – Sistema Platform Frame



Struttura in **C.A.P.** (57 edifici su 185)
Tipo 1 – Telaio in C.A.P.
Tipo 2 – Telaio in C.A.P. nodo a umido
Tipo 3 – Pannelli portanti
Tipo 4 – Pannelli in polistirene e getto completamento

Struttura in **Acciaio** (36 edifici su 185)
Struttura in profilati metallici e solaio in lamiera grecata collaborante

Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila

Classificazione energetica



Il 60% degli edifici ha
ottenuto una classificazione
energetica in classe A/A+



Progetto C.A.S.@E.



Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila

Punteggio Wood Beton spa: 72,78 punti/100	Bando progetto C.A.S.E.	Wood Beton 1 lotto di 5 edifici-120 appartamenti**
Tempi di realizzazione	80 giorni	73 giorni*
Importo massimo lavori	11.000.000 euro	10.257.000 euro (1140 €/mq)
Dimensioni edificio tipo	12x48 metri	18x47,65 metri
Altezza massima	3 piani	3 piani
Capacità insediativa edificio tipo	80 persone	81 persone
Superficie lorda equivalente edificio tipo	Non inferiore a 1650 mq	1801,35 mq
Numero appartamenti	20	24

Il Bando di Gara

*Dai 73 giorni iniziali si è passati a 55

**Alle prime 5 piastre ne sono state poi aggiunte
altre 3 in corso d'opera

Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila



L'Aquila: Progetto C.A.S.E. - Wood Beton



Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila



L'Aquila: Progetto C.A.S.E. - Wood Beton



Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila



L'Aquila: Progetto C.A.S.E. - Wood Beton



Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

Realizzazioni nazionali significative in legno – Progetto C.A.S.E. – L'Aquila



L'Aquila: Progetto C.A.S.E. - Wood Beton



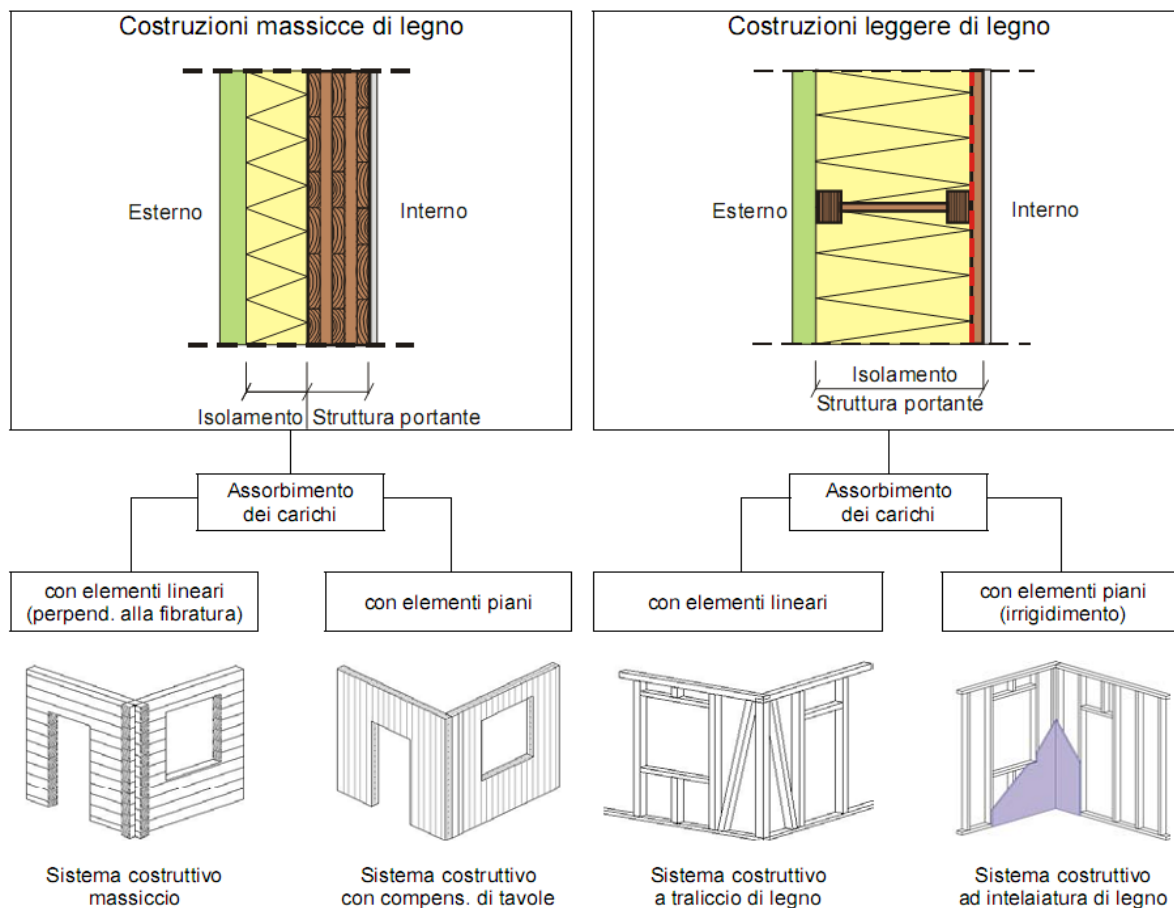
Tratto da: Plat form 3,17 – L'Aquila: la Casa Ritrovata – Wood Beton Gruppo Nulli – Editrice Abitare Segesta 2009

TIPOLOGIE COSTRUTTIVE IN LEGNO

Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene
Sistemi costruttivi ibridi telaio-piastra



Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene



Tratto da: Costruzione di edifici in legno - Gerhard Schickhofer – Andrea Bernasconi – Gianluigi Traetta - promo_legno

Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene

1.2 Sistema costruttivo massiccio (Blockbau)

Le costruzioni massicce sono costituite da elementi massicci (quasi esclusivamente di legno di Conifere) disposti orizzontalmente che, assemblati per comporre una parete massiccia, assolvono sia funzione portante che di irrigidimento. Il collegamento degli elementi massicci allo spigolo dell'edificio viene realizzato mediante intagli o connessioni di carpenteria classica.

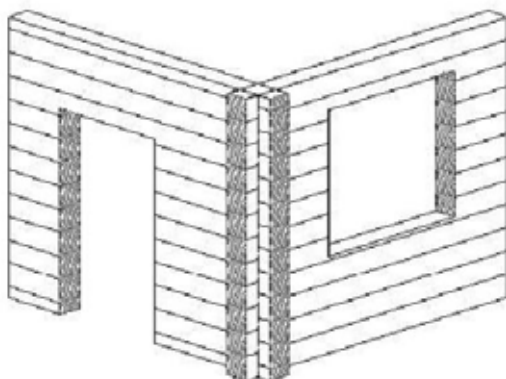


Figura 2: Sistema costruttivo massiccio

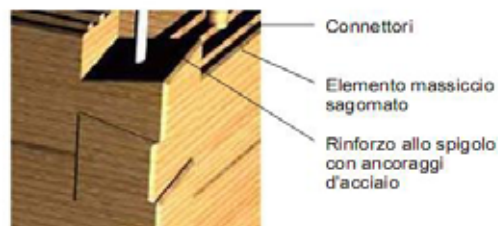
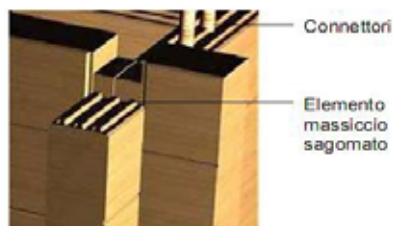
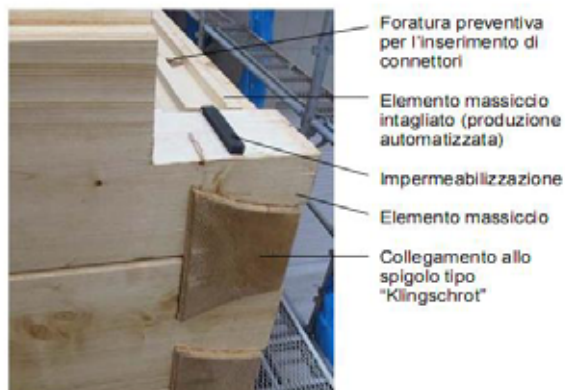


Figura 3: Altri tipi di collegamenti allo spigolo per il sistema costruttivo massiccio

Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene



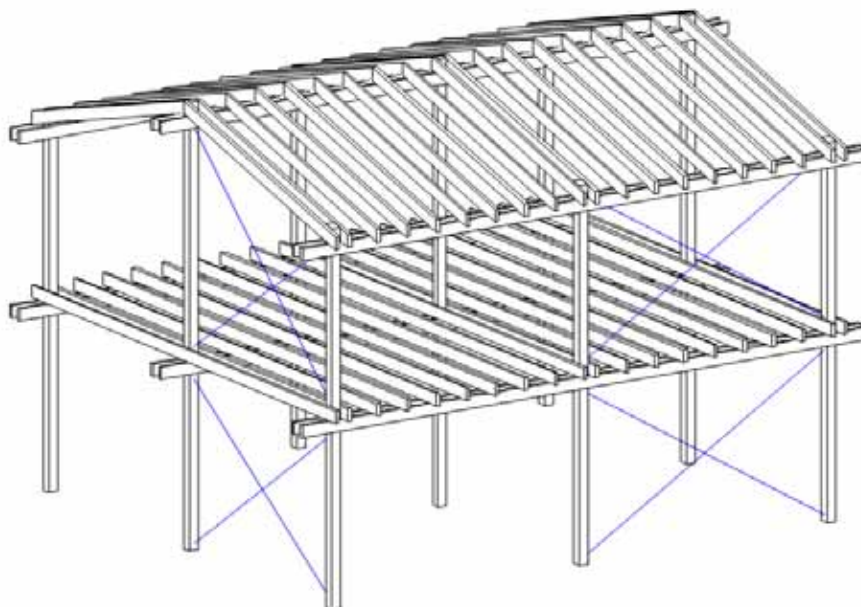
Struttura tipo Blockbau



Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene

1.5 Sistema costruttivo ad ossatura portante di legno (Holzskelettbauweise)

Questo tipo di costruzione si è sviluppato sin dai tempi del primo neolitico. Oltre al metodo di disporre tronchi d'albero orizzontalmente l'uno sull'altro (costruzione massiccia), uno dei primi modi di costruire edifici consisteva nell'interrare pali verticalmente e collegarli l'uno con l'altro mediante traversi (costruzione di palafitte). Le pareti tra questi pali venivano completate con intrecci ed argilla.



Tratto da: Costruzione di edifici in legno - Gerhard Schickhofer – Andrea Bernasconi – Gianluigi Traetta - promo_ legno

Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene



Struttura tipo Ossatura portante



Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene



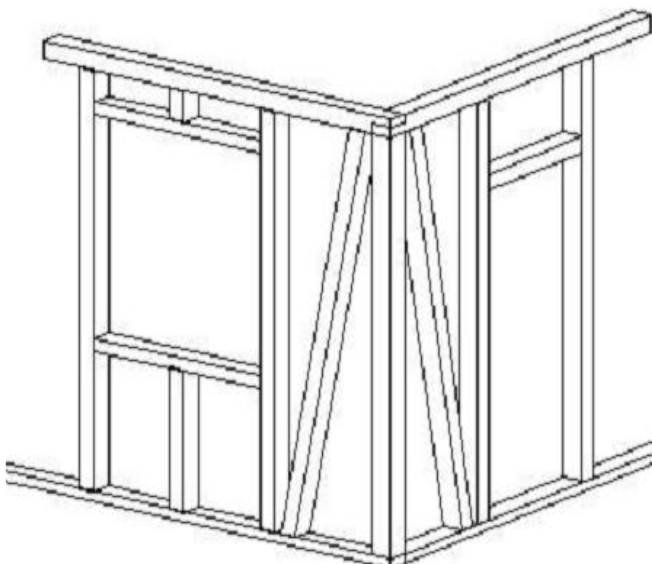
Sistema norvegese d'irrigidimento incastri



Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene

1.6 Sistema costruttivo a traliccio di legno (Fachwerkbau)

Le costruzioni a traliccio si sono sviluppate in quelle Regioni dove il legno non era disponibile nella quantità necessaria, ad esempio, per le costruzioni massicce. Senza le attuali capacità di trasporto l'impiego dei materiali da costruzione si orientava generalmente secondo la loro provenienza geografica. Perciò esistono molte costruzioni a traliccio in Europa dell'est e centrale, ma anche in Inghilterra, Germania settentrionale, Danimarca e Olanda.



Tratto da: Costruzione di edifici in legno - Gerhard Schickhofer – Andrea Bernasconi – Gianluigi Traetta - promo_ legno

Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene



Struttura tipo Fachwerkbau



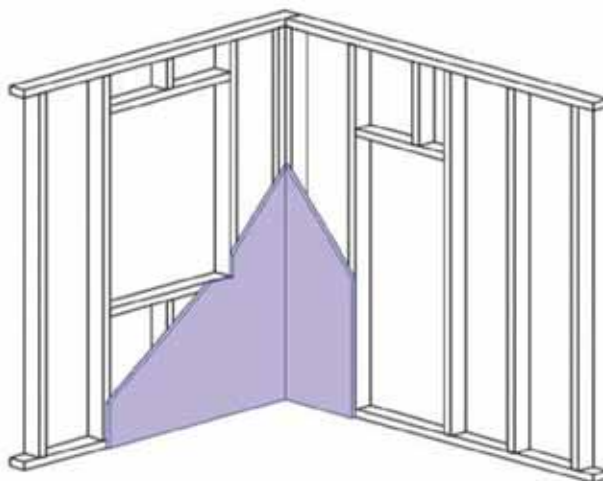
Tratto da: Costruzione di edifici in legno - Gerhard Schickhofer – Andrea Bernasconi – Gianluigi Traetta - promo_ legno

Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene

1.7 Sistema costruttivo ad intelaiatura di legno (Holzrahmenbau)

Mentre nelle costruzioni a traliccio e ad ossatura portante i carichi vengono assorbiti da elementi di tipo lineare, nelle costruzioni intelaiate ci si trova di fronte ad un sistema costruttivo a lastre, per il quale gli elementi portanti non sono separati da quelli di irrigidimento e tamponamento. La definizione di "costruzione intelaiata di legno" deriva dall'inglese "timber frame", ossia telaio di legno. L'ossatura portante, con montanti disposti a distanza piuttosto ravvicinata, il telaio di legno appunto, viene rivestito con pannelli per costituire così una lastra. Vengono impiegate sezioni e materiali di rivestimento standard, connessi mediante semplici mezzi di collegamento come chiodi, cambrette e bulloni. Presupposto di base per tutte queste costruzioni è che il legno utilizzato sia stato essiccato artificialmente.

Gli elementi di parete, solaio e copertura realizzati in questa maniera possono essere prodotti in stabilimento a differenti livelli di prefabbricazione e montati in cantiere. Questo permette la rapida chiusura della costruzione (montaggio rapido), a patto però che i piani esecutivi siano completamente pronti prima dell'inizio dei lavori.



Tratto da: Costruzione di edifici in legno - Gerhard Schickhofer – Andrea Bernasconi – Gianluigi Traetta - promo_ legno

Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene



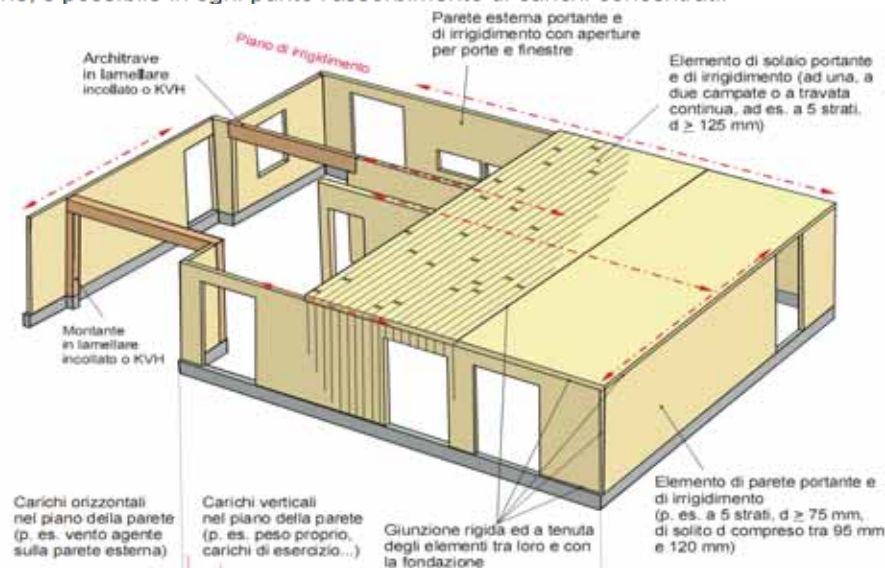
Tipologie costruttive in uso – Strutture intelaiate vs Sistemi a pareti piene

1.4 Sistema costruttivo con legno compensato di tavole (Brettspertholzbauweise)

1.4.1 Considerazioni generali e possibilità d'impiego

Le costruzioni di tipo massiccio con legno compensato di tavole sono caratterizzate dall'impiego di elementi massicci piani multistrato con funzione portante, nei quali le dimensioni lungo entrambi gli assi principali sono di gran lunga maggiori dello spessore.

Gli elementi piani portanti di compensato di tavole assumono, in base alle condizioni di carico, funzione portante di piastre e/o lastre. La struttura della sezione trasversale del compensato di tavole (pannelli monostrato disposti di solito alternativamente ad angolo retto l'uno rispetto all'altro) permette di ottenere con un unico pannello una capacità portante nelle due direzioni principali del loro piano. A seguito della capacità di ripartizione trasversale dei carichi, che dipende dalla struttura della sezione, è possibile in ogni punto l'assorbimento di carichi concentrati.



Tratto da: Costruzione di edifici in legno - Gerhard Schickhofer – Andrea Bernasconi – Gianluigi Traetta - promo_ legno

Tipologie costruttive in uso – Sistemi costruttivi ibridi telaio-piastra



Sistemi a tavoloni collegati a secco



Tipologie costruttive in uso – Sistemi costruttivi ibridi telaio-piastra



Sistemi a tavoloni collegati a secco



Tipologie costruttive in uso – Sistemi costruttivi ibridi telaio-piastra



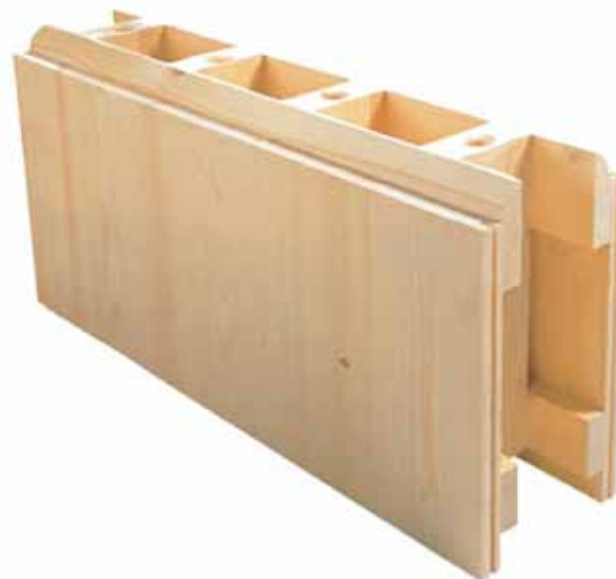
Sistemi a cassone nervato autoportante



Tipologie costruttive in uso – Sistemi costruttivi ibridi telaio-piastra



Sistemi a mattone di legno portante



TECNOLOGIE COSTRUTTIVE INNOVATIVE

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo
Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo



Effetti distruttivi sollecitazioni sismiche



12/01/2010 Terremoto di Haiti 7,3 Mj – 250/300.000 vittime Vs 17/01/1995 Terremoto di Kobe 7,0 Mj – 6434 vittime

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo



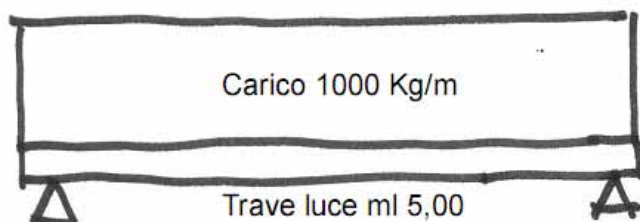
Effetti distruttivi per carichi di vento e neve



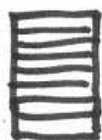
Esempi di costruzioni rurali abbandonate nella pianura svedese

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Raffronto prestazionale esemplificativo per elemento strutturale



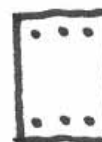
Leggero 500-600 Kg/mc
Basse forze inerziali
Tetto in legno = 70 Kg/mq
Tetto in laterocemento = 250 Kg/mq



Legno lamellare 1cat
Peso 600 Kg/mc
Sez. 200x350 peso 42 Kg/m = 210



Acciaio HEA Fe 360
Peso 7800 Kg/mc
Sez. 180x171 peso 36 Kg/m = 180



Cemento armato 3+3 ø16
Peso 2500 Kg/mc
Sez. 250x300 peso 188 Kg/m = 940

Alto rapporto resistenza/peso

PROPRIETA'	LEGNO	ACCIAIO	CALCES TRUZZO
Tensione ammissibile σ_{adm} [MPa]	10	160	10
Peso specifico γ_m [daN/m ³]	600	7850	2400
Rapporto γ_m/σ_{adm}	60	50	240

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M. del 14.01.2008

Stati limite;

Azioni sulle costruzioni;

Costruzioni civili ed industriali

–

Costruzioni di legno;

Progettazioni per azioni sismiche

–

Requisiti nei confronti degli stati limite;

Criteri generali di progettazione e modellazione;

Costruzioni di legno;

Allegati;

- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27);
- Eurocodice 1 – Basi di calcolo ed azioni sulle strutture;
- Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio;
- Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno
Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- 1. Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture;

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Classificazione a vista/meccanica legname secondo le resistenze caratteristiche a flessione

Classe d'appartenenza in base alla DIN 4074	Classe di resistenza secondo la EN338
S7, MS7	C16
S10, MS10	C24
S13	C30
MS13	C35
MS17	C40

Classe d'appartenenza delle lamelle secondo la DIN 4074	Classe di resistenza del lamellare secondo le DIN	Classe d'appartenenza del lamellare secondo la EN 386
S10-MS10	BS11	GL24
S13	BS14	GL28
MS13	BS16	GL32
MS17	BS18	GL36

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Categorie strutturali e resistenze caratteristiche legno massiccio

LEGNO MASSICCIO						
Pioppo, Abete rosso, abete bianco, pino, larice, Douglasia						
		C16	C24	C30	C35	C40
Proprietà di resistenza in N/mm ²						
Flessione	fm,k	16	24	30	35	40
Trazione // alle fibre	ft,0,k	10	14	18	21	24
Trazione per ⊥ alle fibre	ft,90,k	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
Compressione // alle fibre	Fc,0,k	17	21	23	25	26
Compressione ⊥ alle fibre	Fc,90,k	4,6	5,3	5,7	6,0	6,3
Taglio	Fv,k	1,8	2,5	3,0	3,4	3,8
Proprietà di rigidezza in KN/mm ²						
Modulo di elasticità medio // alle fibre	E0,mean	8	11	12	13	14
Modulo di elasticità // alle fibre	E0,05	5,4	7,4	8,0	8,7	9,4
Modulo di elasticità ⊥ alle fibre	E90,mean	0,27	0,37	0,40	0,43	0,47
Modulo di taglio medio	Gmean	0,50	0,69	0,75	0,81	0,88
Massa volumica in Kg/m ³						
Massa volumica	pk	310	350	380	400	420
Massa volumica media	pmean	370	420	460	480	500

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Categorie strutturali e resistenze caratteristiche legno lamellare

LEGNO LAMELLARE						
		GL24	GL28	GL32	GL36	
Proprietà di resistenza in N/mm ²						
Flessione	fm,g,k	24	28	32	36	
Trazione // alle fibre	ft,0,g,k	16,5	19,5	22,5	26	
Trazione per ⊥ alle fibre	ft,90,g,k	0,40	0,45	0,50	0,60	
Compressione // alle fibre	Fc,0,g,k	24	26,5	29	31	
Compressione ⊥ alle fibre	Fc,90,g,k	2,7	3,0	3,3	3,6	
Taglio	Fv,g,k	2,7	3,2	3,8	4,3	
Proprietà di rigidità in N/mm ²						
Modulo di elasticità medio // alle fibre	E0,g,mean	11600	12600	13700	14700	
Modulo di elasticità // alle fibre	E0,g,05	9400	10200	11100	11900	
Modulo di elasticità ⊥ alle fibre	E90,g,mean	390	420	460	490	
Modulo di taglio medio	G,g,mean	720	780	850	910	
Massa volumica in Kg/m ³						
Massa volumica	Pg,k	380	410	430	450	

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Diverse resistenze di progetto in base alle specifiche condizioni ambientali

CLASSI DI SERVIZIO	
Classe di servizio 1	E' caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	E' caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l' 85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	E' caratterizzata da un'umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.
VALORI DI CALCOLO DELLE RESISTENZE	
Il valore di calcolo X_d di una proprietà del legno si calcola mediante la relazione:	
$X_d = K_{mod} \cdot X_K / \gamma_M$	X_K valore caratteristico della proprietà del legno γ_M coeff. parziale di sicurezza K_{mod} coeff. di correzione, funzione della durata del carico e dell'umidità

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Classe di durata del carico	Durata accumulata del carico caratteristico	Esempio di carico
Permanente	più di 10 anni	peso proprio
Lunga durata	6 mesi - 10 anni	carico di esercizio nei locali adibiti a deposito
Media durata	1 settimana - 6 mesi	carichi di esercizio in generale
Breve durata	meno di 1 settimana	neve (*)
Istantaneo	--	vento e carichi eccezionali
* In aree dove si registrano elevati carichi di neve per prolungati periodi di tempo è opportuno considerare una parte del carico come carico di media durata.		

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Diverse resistenze di progetto in base alle specifiche sollecitazioni esterne

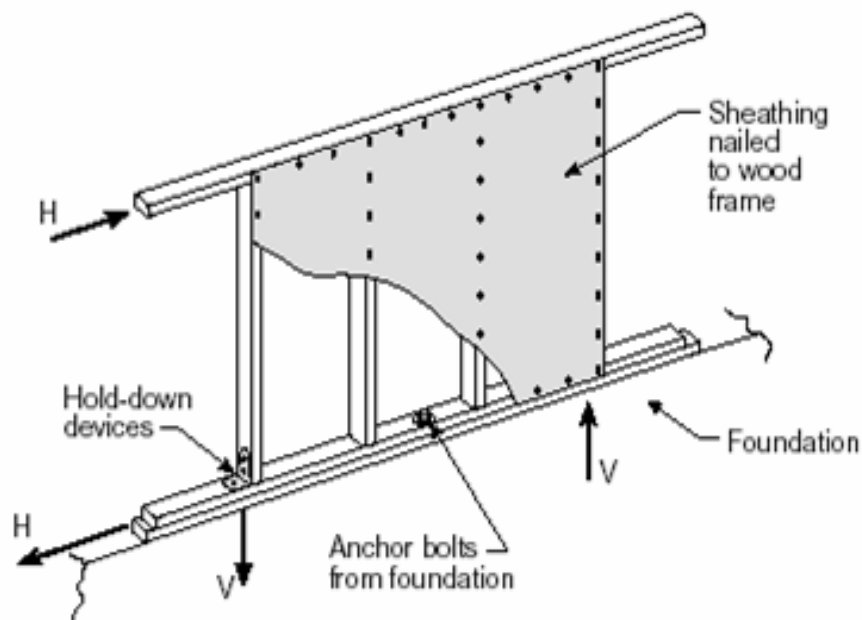
Stati limite ultimi				γ_M			
-combinazioni fondamentali							
legno massiccio				1,50			
legno lamellare incollato				1,45			
pannelli di particelle o di fibre				1,50			
compensato, pannelli di scaglie orientate				1,40			
unioni				1,50			
-combinazioni eccezionali				1,00			
Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio Legno lamellare incollato	EN 14081-1 EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Classe		q	Esempi di strutture
A	Strutture aventi una alta capacità di dissipazione energetica	3,0	Pannelli di parete chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni; strutture reticolari con giunti chiodati
		4,0	Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del §7.7.3
		5,0	Pannelli di parete chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi e bulloni
B	Strutture aventi una bassa capacità di dissipazione energetica	2,0	Pannelli di parete incollati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi e bulloni; strutture reticolari con collegamenti a mezzo di bulloni o spinotti; strutture cosiddette miste, ovvero con intelaiatura (sismoresistente) in legno e tamponature non portanti. Portali isostatici con giunti con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del §7.7.3
		2,5	Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, spinotti e bulloni (con le precisazioni contenute nei seguenti capoversi del §7.7.3

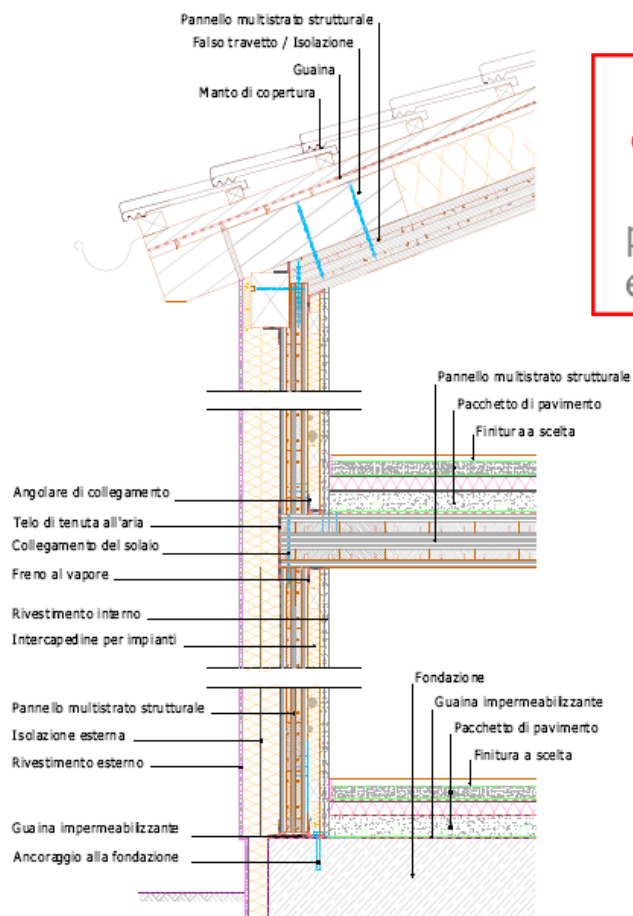
Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

Sistemi intelaiati e controventati ad alta capacità dissipativa - $q=5$

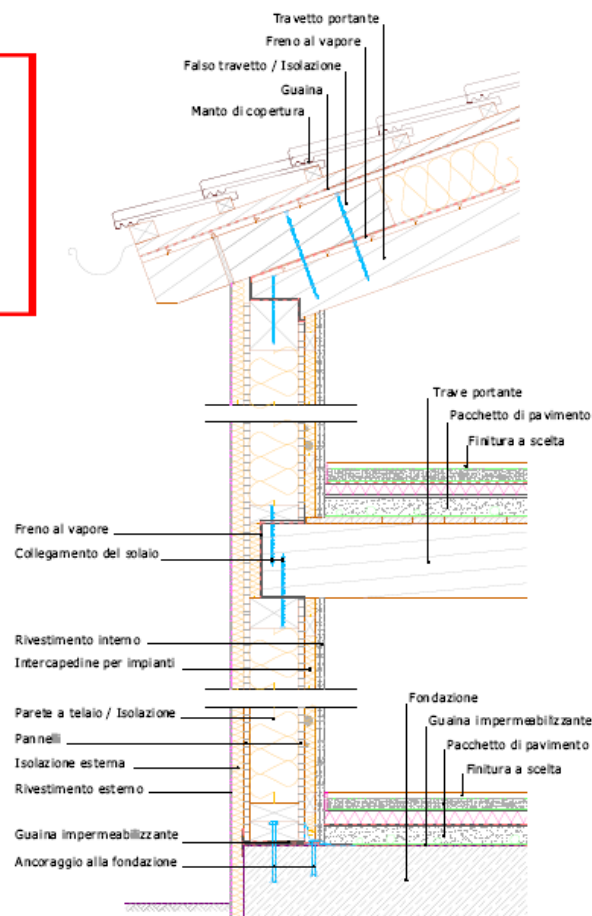


Tratto da: Collegamenti: problemi speciali nelle costruzioni di legno in zona sismica – ing. Maurizio Piazza e Roberto Tomasi - promo legno

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo

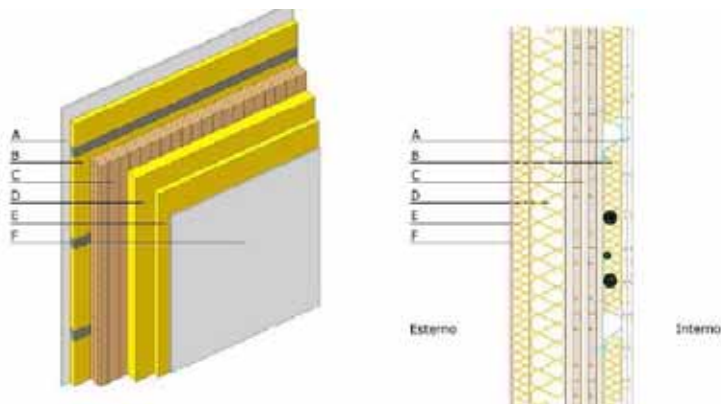


XLAM
o telaio e
pannelli:
prestazioni
equivalenti



Tratto da: Manuale tecnico – Consorzio Stile 21

Ingegneria del legno – Principi generali di progettazione e calcolo



Stratigrafia

Materiale	Spessore [mm]
A Pannelli di cartongesso + Idropittura SOLAS M20	2x12,5
B Intersopelina per impianti / CELENIT VITAL ¹⁾	40
C Pannello multistrato strutturale (90-120 mm) ²⁾	90
D CELENIT FL/150	80
E CELENIT FL/250 C	40
F Rasatura + Idropittura SOLAS Forte M15	5
	280

Trasmittanza: 0,21 W/m²K

Sfasamento: 14 h

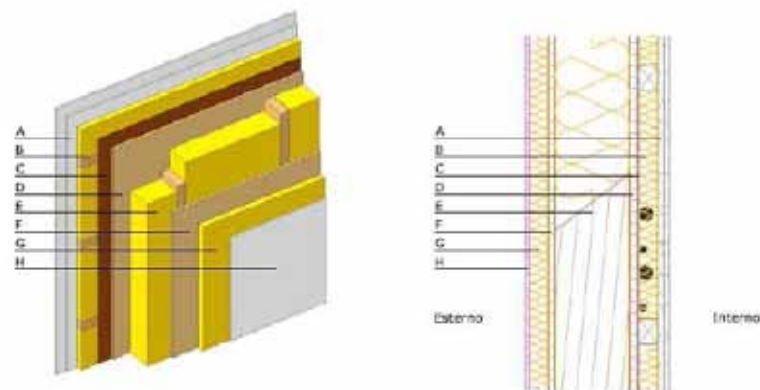
Attenuazione: 0,11

Diffusione vapore: 8,1*10⁻⁵ g/m²hPa

Isolamento acustico: 54 dB

Resistenza al fuoco: 90'

Spessore: 280 mm



Stratigrafia

Materiale	Spessore [mm]
A Pannelli di cartongesso + Idropittura SOLAS M20	2x12,5
B Intersopelina per impianti / CELENIT VITAL	40
C Freno vapore ICOPAL DIFX Multi	-
D Pannello OSB	15
E Struttura in legno / isolante	160
F Pannello OSB	15
G CELENIT FL/250 C	40
H Rasatura + Idropittura SOLAS Forte M15	5
	300

Trasmittanza: 0,17 W/m²K

Sfasamento: 12 h

Attenuazione: 0,13

Diffusione vapore: 9,2*10⁻⁵ g/m²hPa

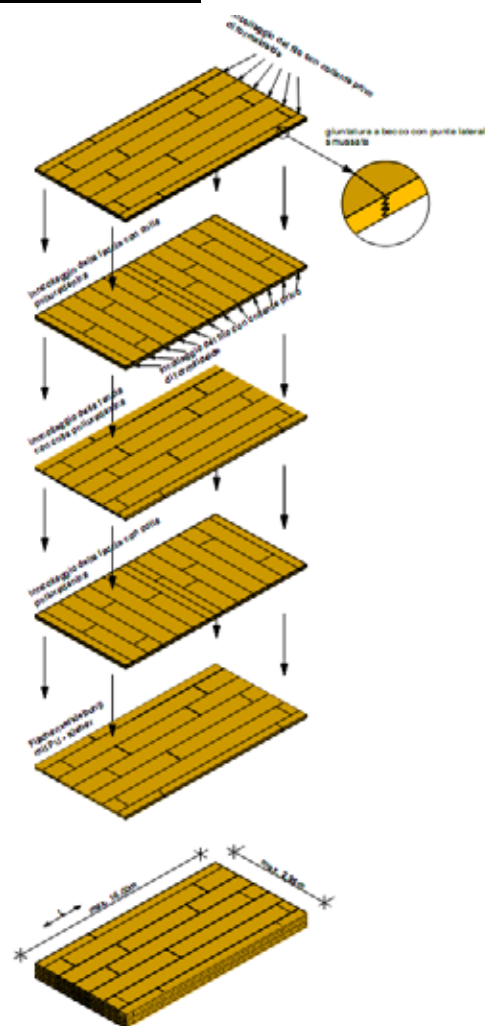
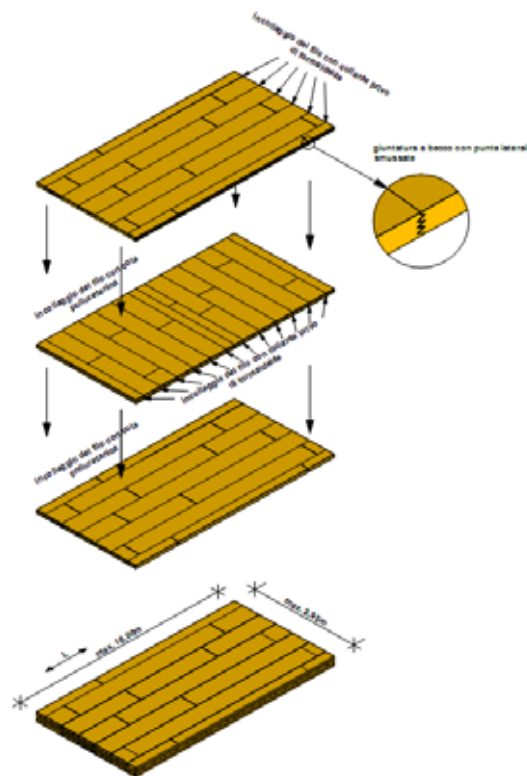
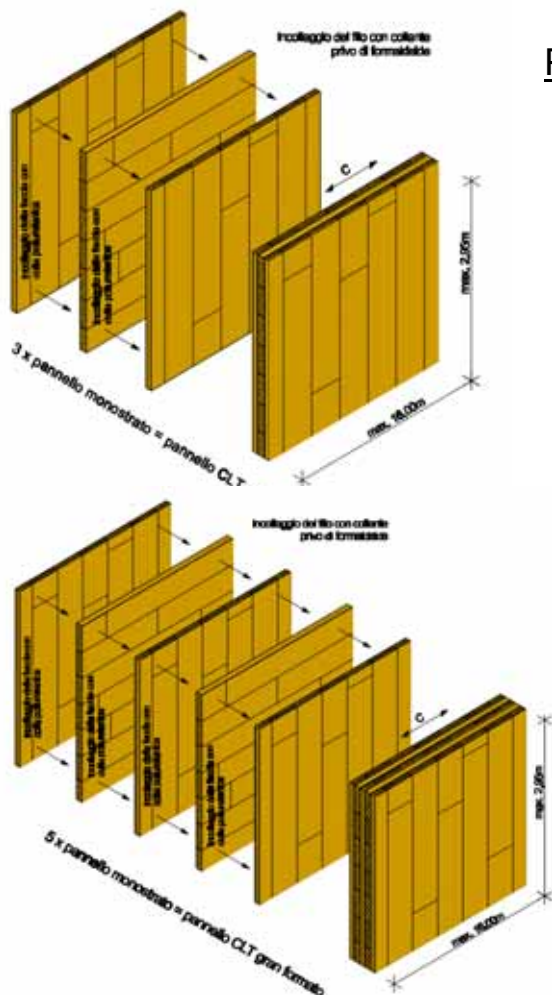
Isolamento acustico: 52 dB

Resistenza al fuoco: 60'

Spessore: 300 mm

Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber

Pannelli 3/5 strati – Pareti e solai



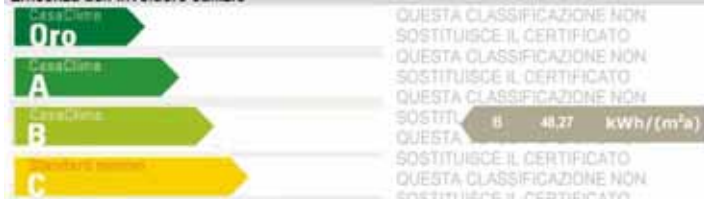
Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Fabbisogno energetico e potenza termica

		SUTRIO	Cesaclima standard
Grado di utilizzo degli apporti di calore	η	1,00	1,00
Fabbisogno di calore per riscaldamento	Q_h	15.083	14.590 KWh/a
Potenza di riscaldamento dell'edificio	P_{tot}	8,24	8,24 KW
Potenza specifica di riscaldamento riferita alla superficie netta	P_t	27,25	27,25 W/m²
Fabbisogno di calore per riscaldamento specifico alla superficie netta	HWB_{netto}	49,90	48,27 KWh/(m²a)

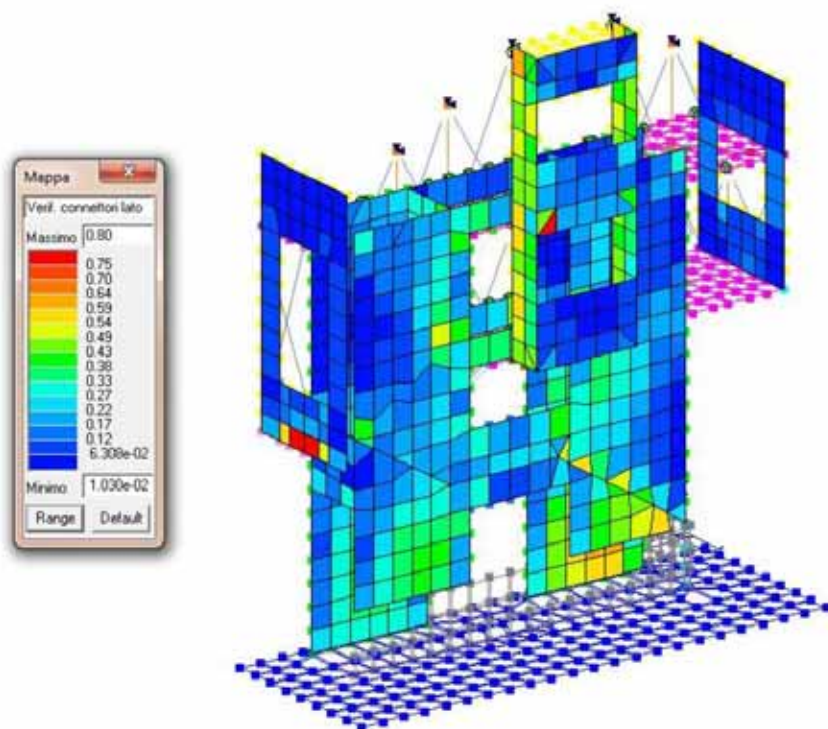
Efficienza dell'involucro edilizio



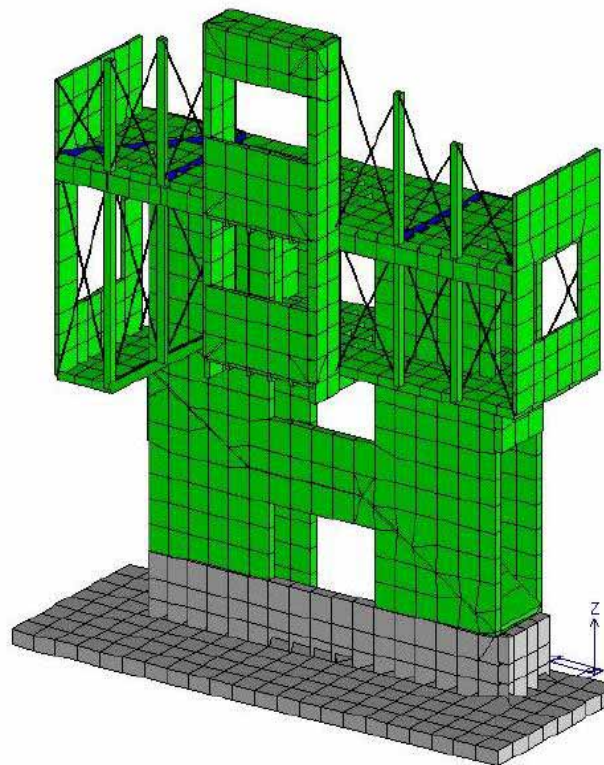
Soluzioni ingegneristiche particolari in X-lam



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Soluzioni ingegneristiche particolari in X-lam



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Soluzioni ingegneristiche particolari in X-lam



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Soluzioni ingegneristiche particolari in X-lam



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Soluzioni ingegneristiche particolari in X-lam



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber

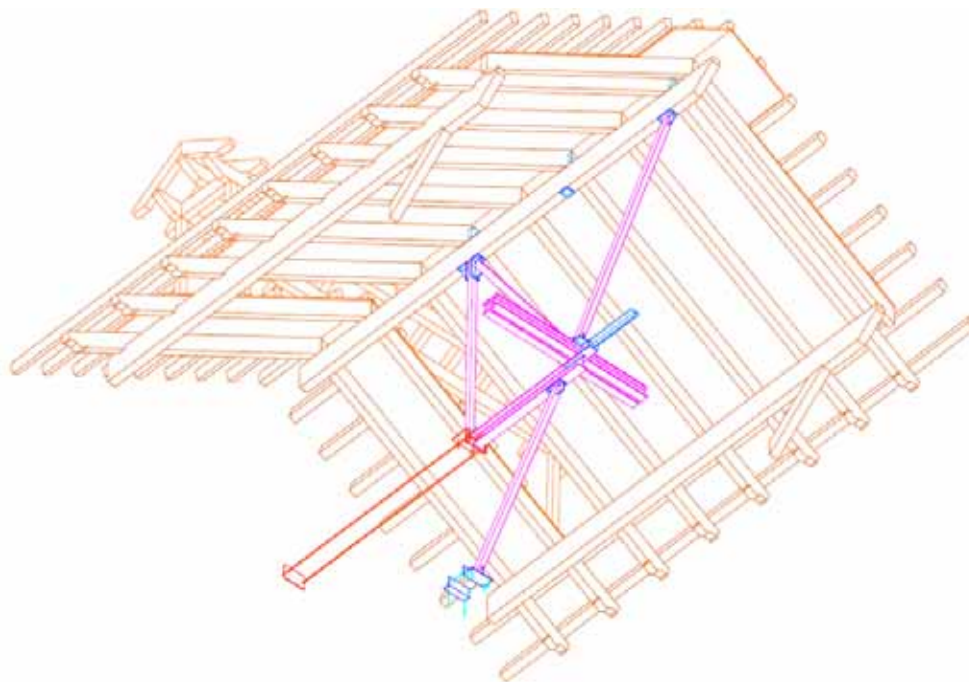


Soluzioni ingegneristiche particolari in X-lam

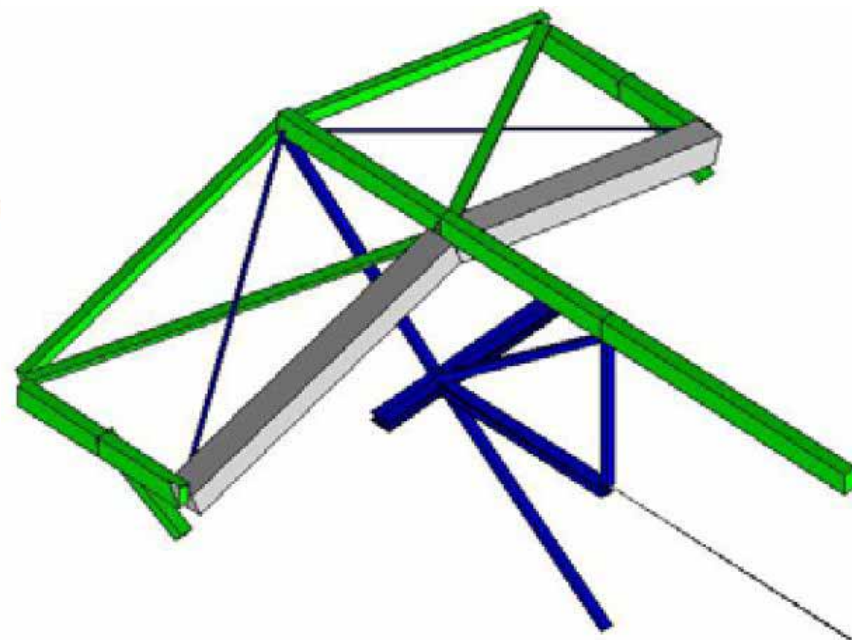


[illegible]

Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Sistema strutturale sbalzo di copertura



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Sistema strutturale sbalzo di copertura



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Sistema strutturale sbalzo di copertura



3b – Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Sistema strutturale sbalzo di copertura



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



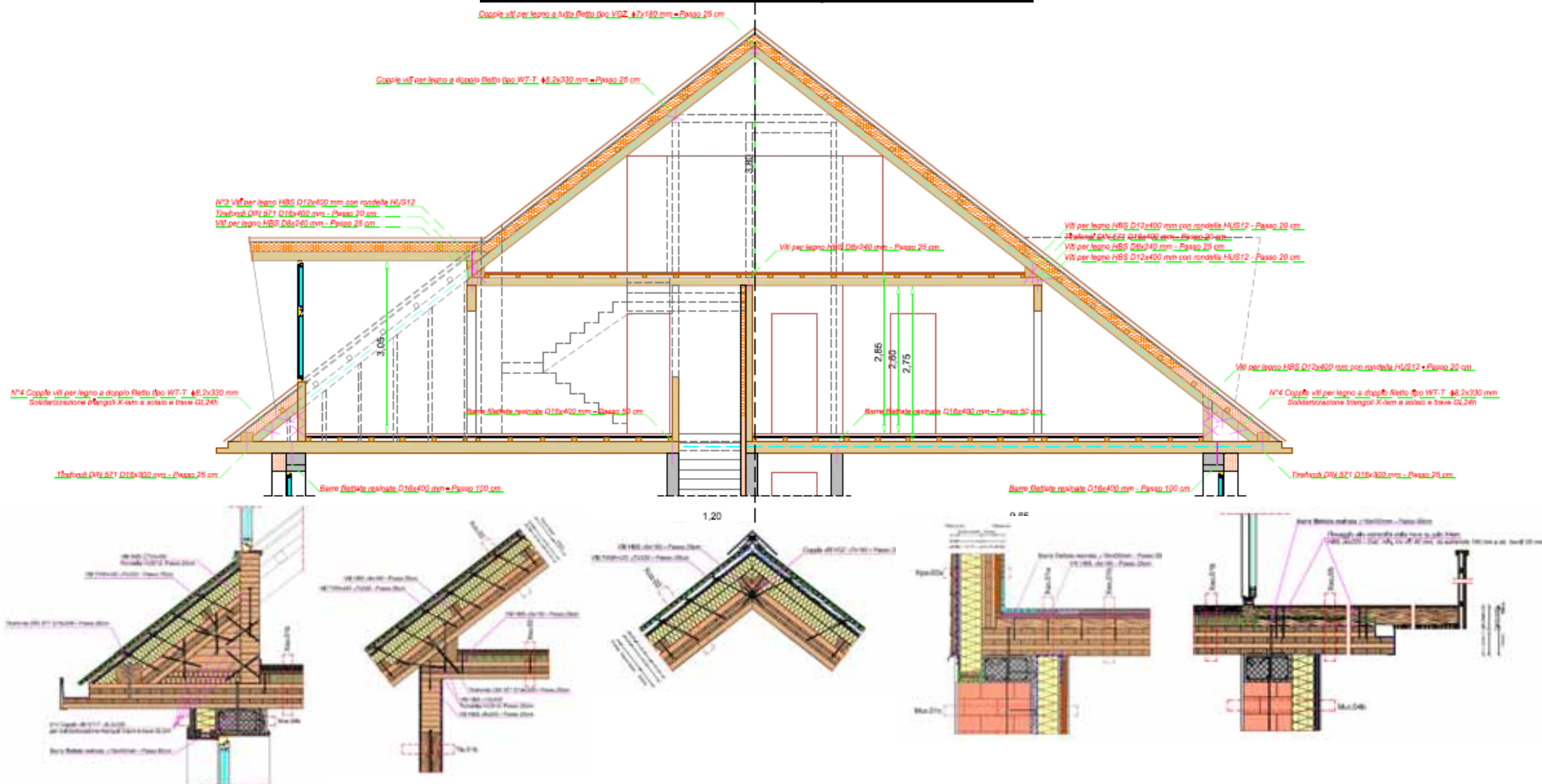
Sistema strutturale sbalzo di copertura





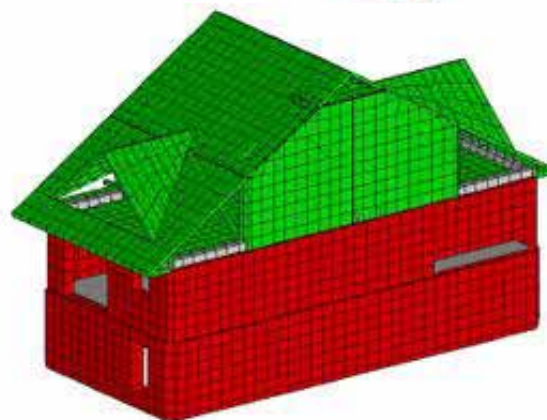
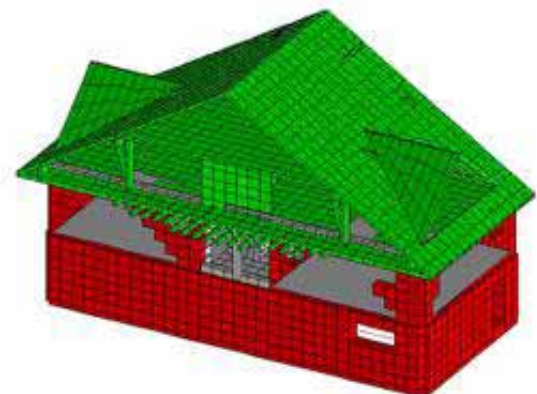
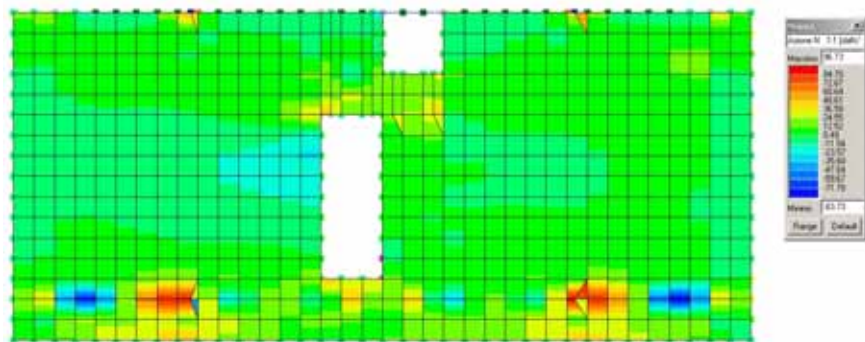
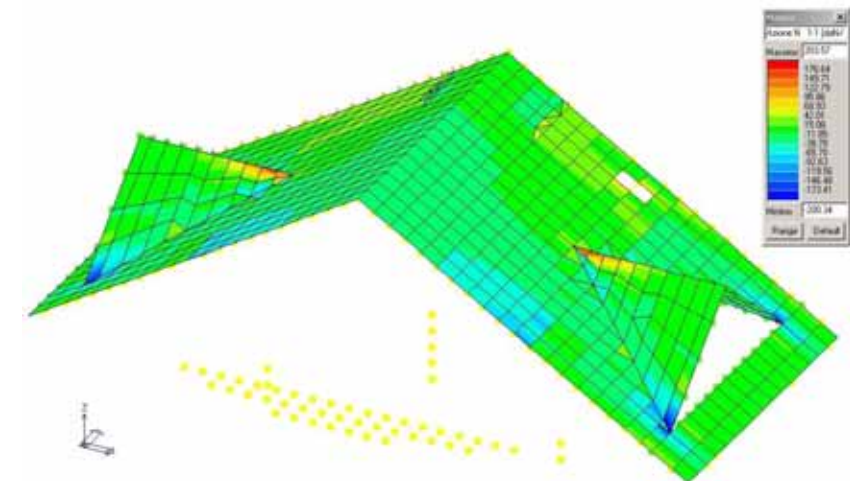
Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber

Caso studio: la casa "Capriata" in X-lam

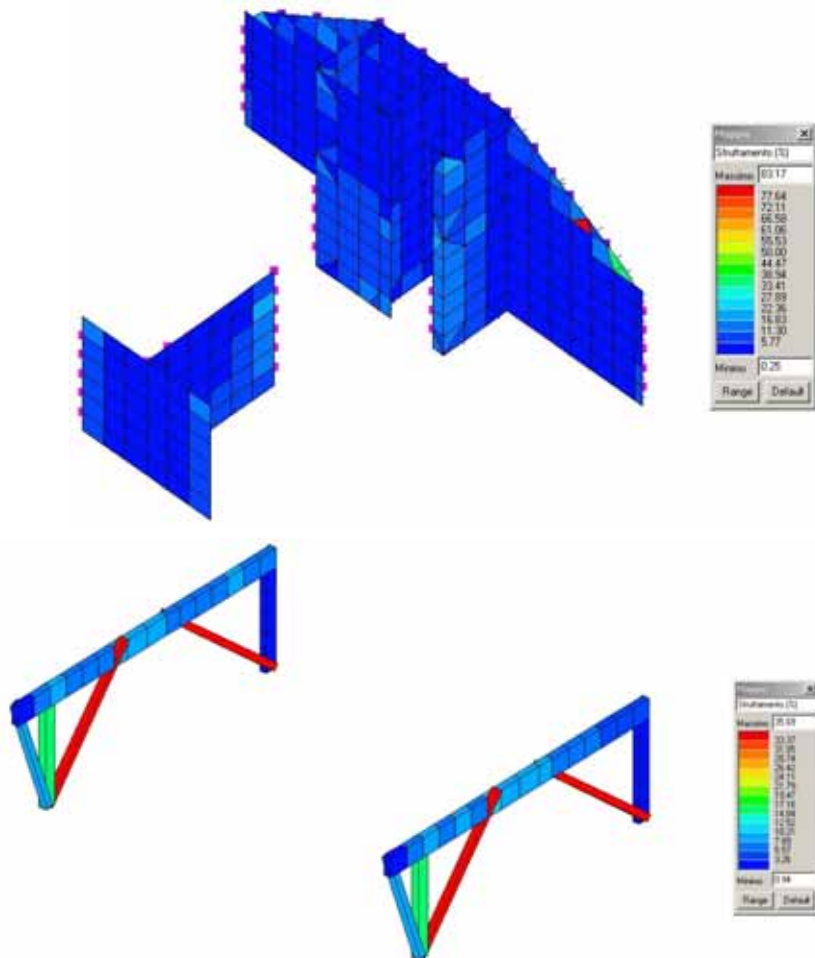


Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber

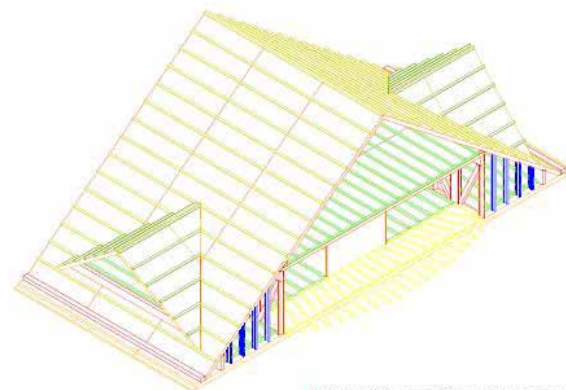
Caso studio: la casa “Capriata” in X-lam



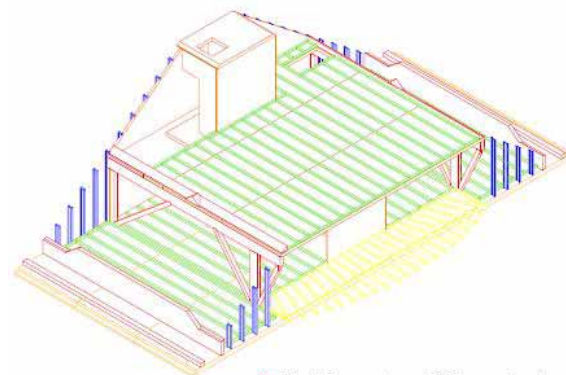
Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Caso studio: la casa "Capriata" in X-lam



A - Vista globale pannelli X-lam e nervature lignee



B - Vista livello mansarda pannelli X-lam e nervature lignee

Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Stato di fatto e demolizioni 2 piani



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Cordolo di partenza con guarnizioni a tenuta



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Telaio su primo solaio X-lam 200 mm



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Telaio reggi secondo solaio X-lam 140 mm



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Banchina ed unioni copertura X-lam 140 mm



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



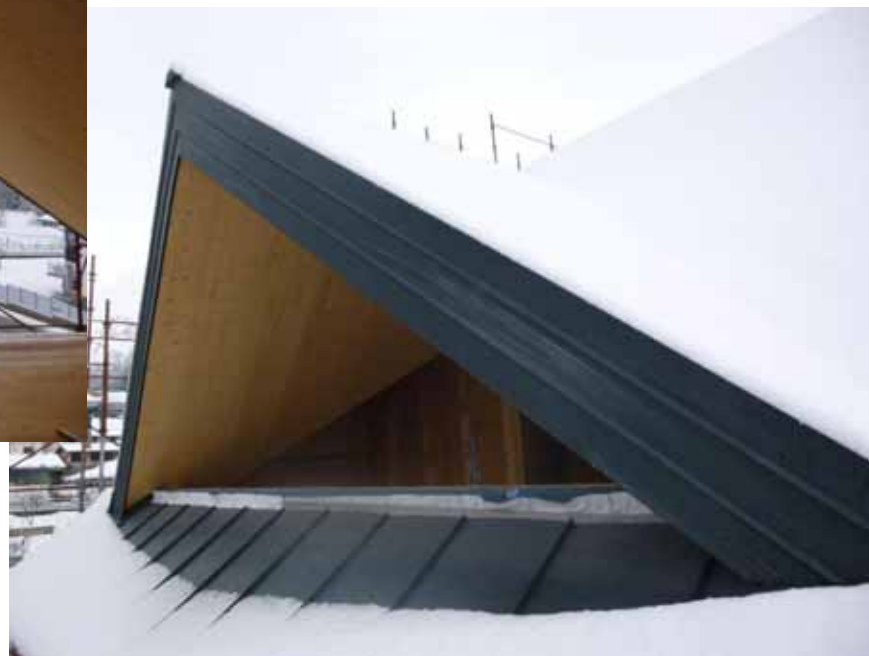
Freno vapore ed isolamento 180 mm



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Viste timpani sotto la neve



Tecnologie costruttive innovative – Sistema CLT – Cross Laminated Timber



Viste attuali di cantiere



PERDITE ENERGETICHE PER VENTILAZIONE

Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento

Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento

Modalità operative test di tenuta al vento



Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento

$$Q_h = \text{Perdita di calore invernale} = (Q_T + Q_V) - k_u \cdot (Q_S + Q_I) \quad [kWh/a]$$

Si misura il valore

Q_T Tetto: 15-30%

Perdita per trasmissione
(coibentazione)

Q_V Tetto: 10-40%

Perdita per ventilazione
(permeabilità all'aria)

n50

per definire la tenuta
all'aria di un'edificio.
UNI EN 13829: 2003

$$Q_{T \text{ Tetto}} = U \cdot S \cdot \text{Gradigiorno} \cdot \frac{24}{1.000} \quad [kWh/a]$$

$$Q_{V \text{ Tetto}} = n_{(1-5)} \cdot V \cdot c_{\text{aria}} \cdot \text{Gradigiorno} \cdot \frac{24}{1.000} \quad [kWh/a]$$

0 Tetto in legno					
Parametri di calcolo: area totale della superficie di trasmissione (m²) = 10,00					
Parametri di calcolo: coefficiente di trasmissione (W/m²K) = 0,425					
Struttura	Struttura 1 (m²)	Struttura 2 (m²)	Struttura 3 (m²)	Struttura 4 (m²)	Struttura 5 (m²)
1. Estradosso	10,00				
2. Estradosso in legno p.a. con isolante					
3. Isolante in legno	0,00				
4. Estradosso in legno p.a. con isolante					
5. Estradosso in legno p.a. con isolante					
6. Estradosso in legno p.a. con isolante					
7. Estradosso					
8. Estradosso					
Permeabilità al vento (n50)		Permeabilità al vento (n50)		Permeabilità al vento (n50)	
Valore U		Valore U		Valore U	
0,425		0,425		0,425	

Calcolo U
(progettazione)

Test BowerDoor
(esecuzione)

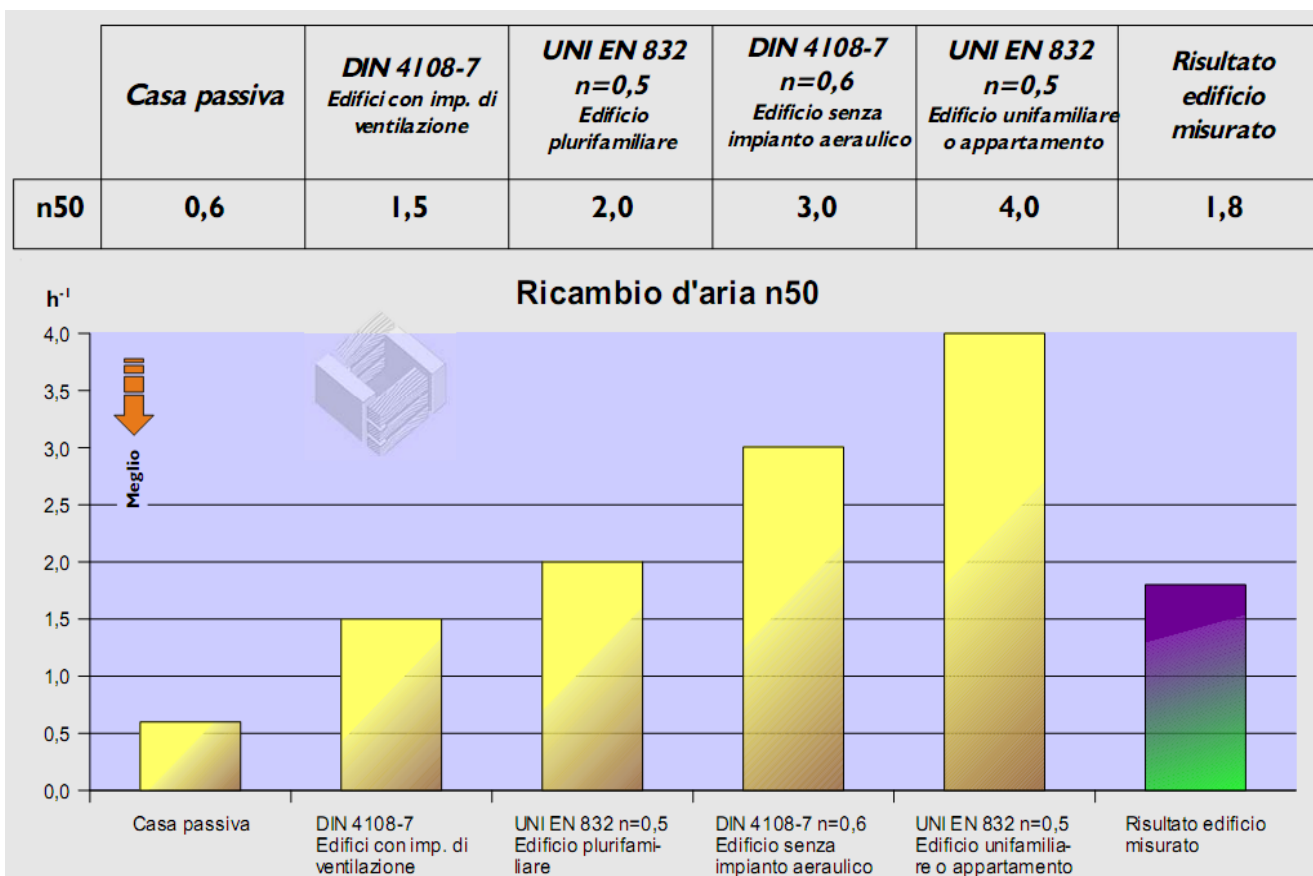


Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



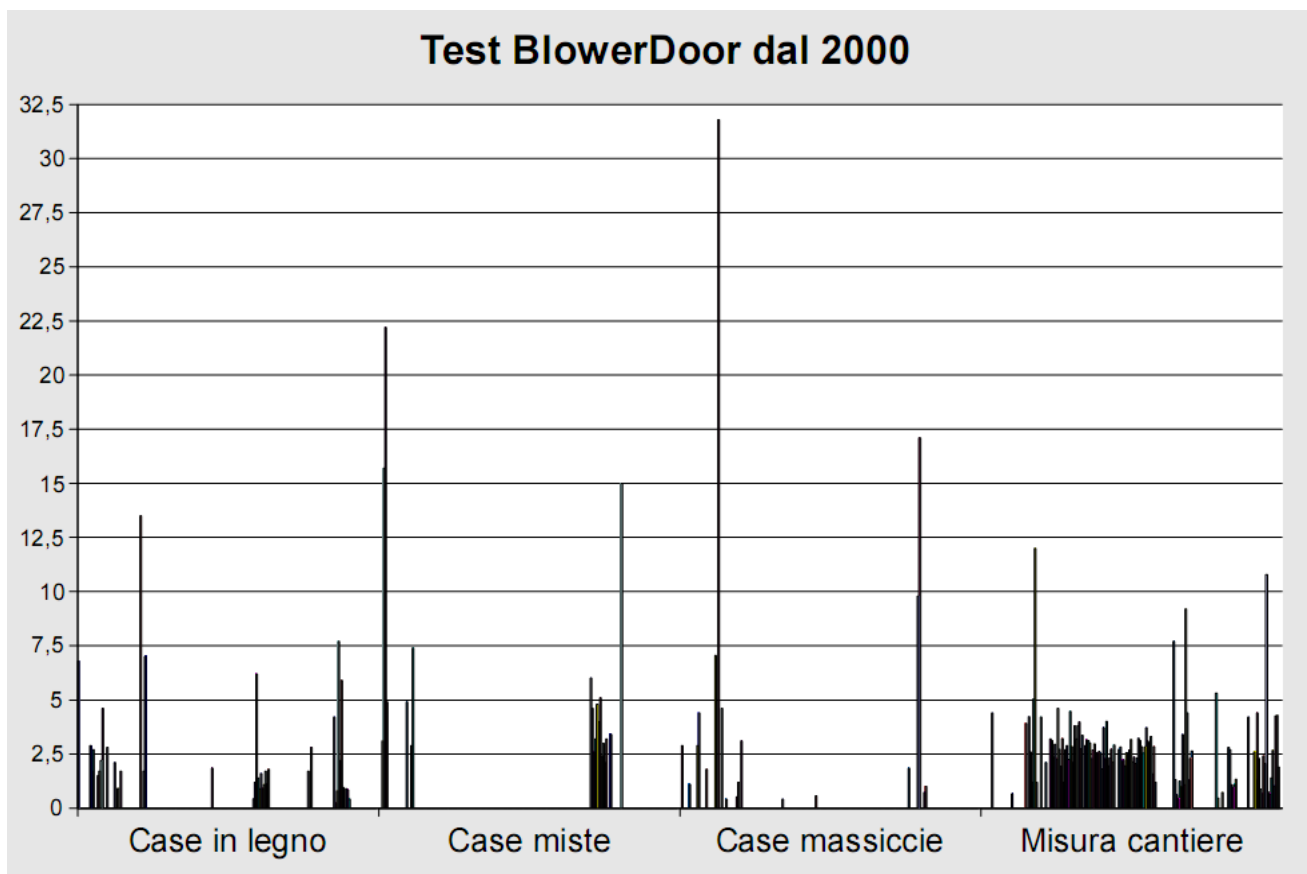
Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



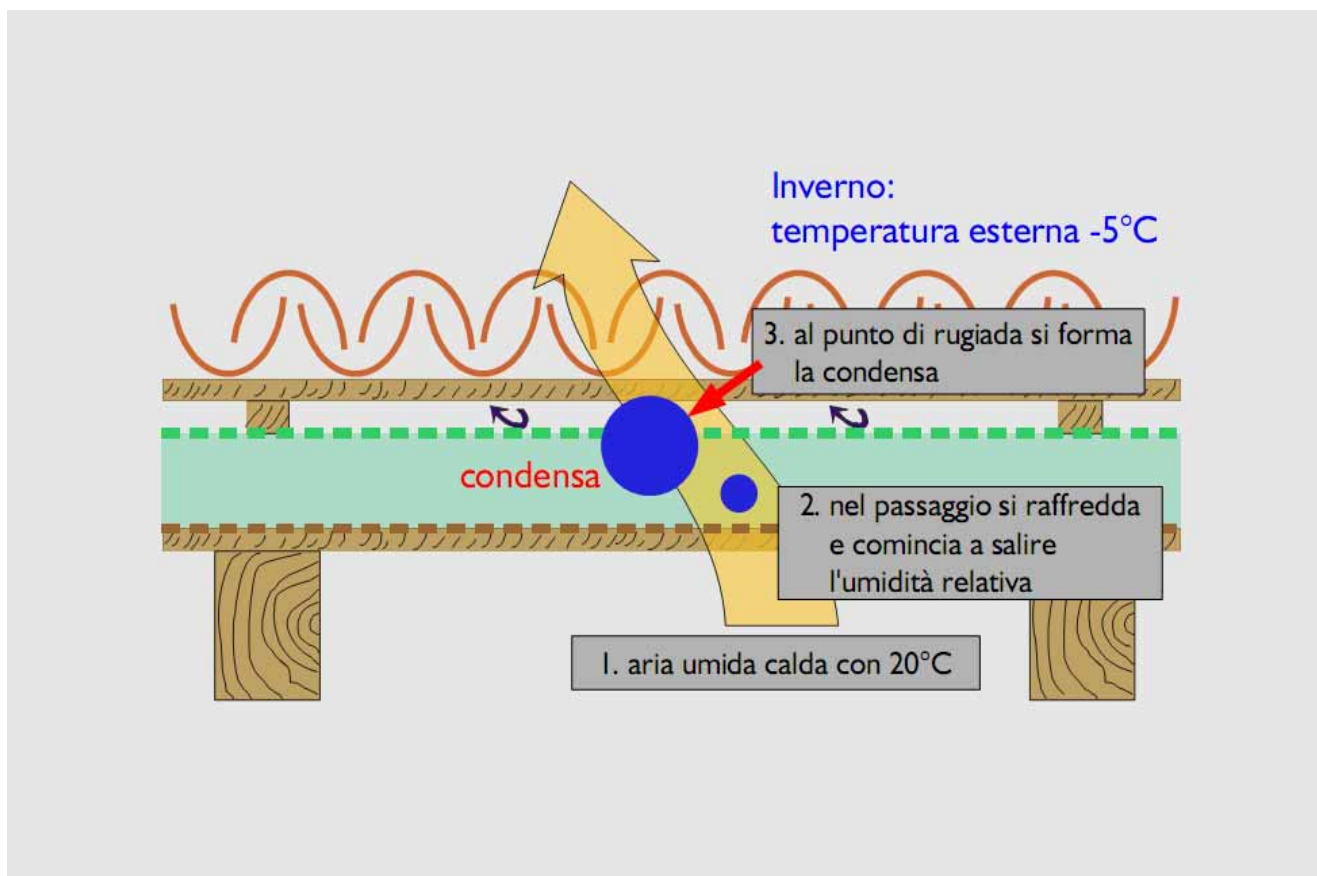
Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



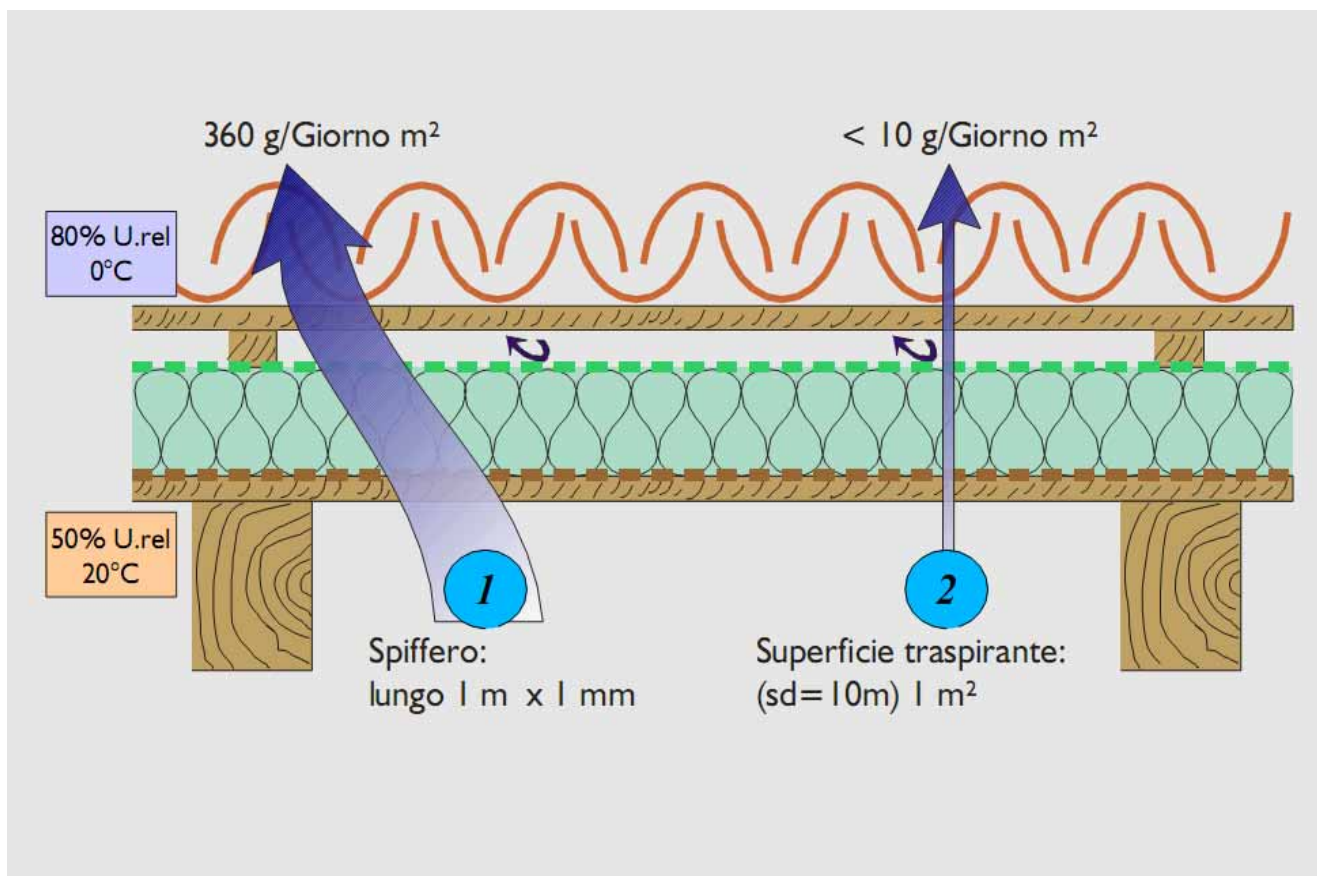
Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento

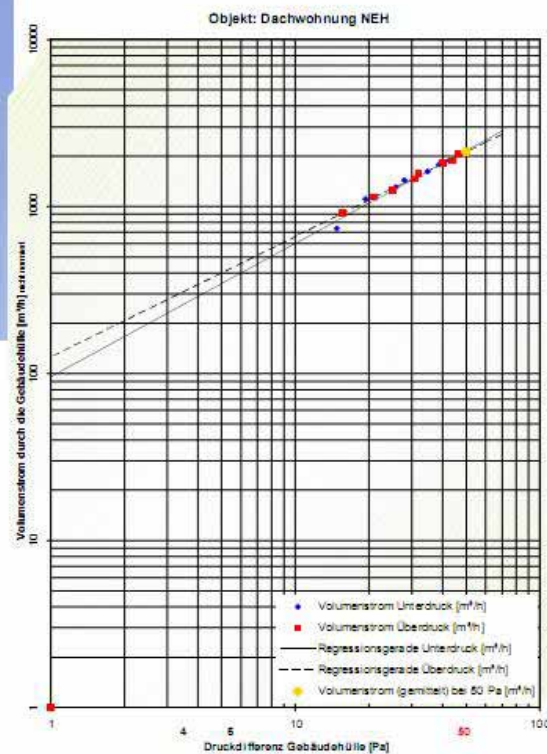


Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



- N50 = 6,8/h
- Nuova costruzione
- Tecnica vecchia casa in legno
- Misura il 15.08.00

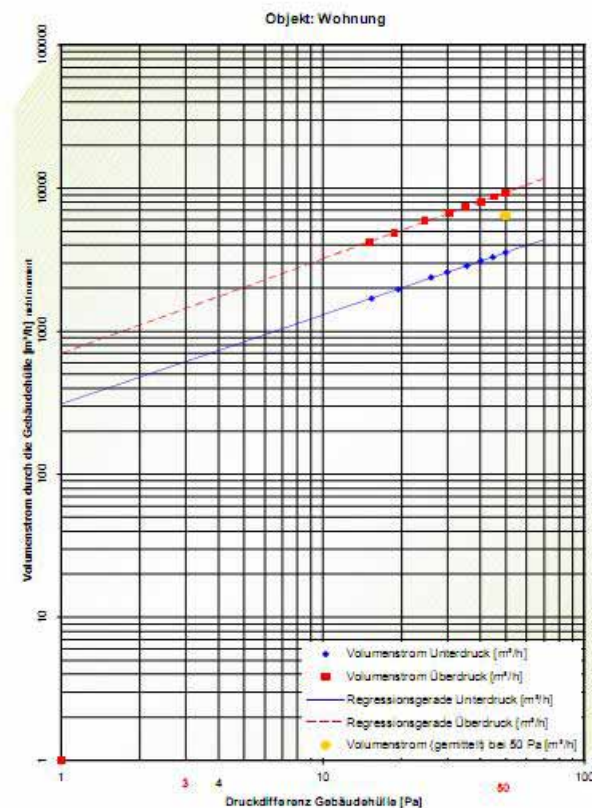


Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



- N50 = 22,2/h (12-32)
- Ristrutturazione (tetto nuovo)
- Casa mista, tecnica vecchia
- Misura il 15.09.00

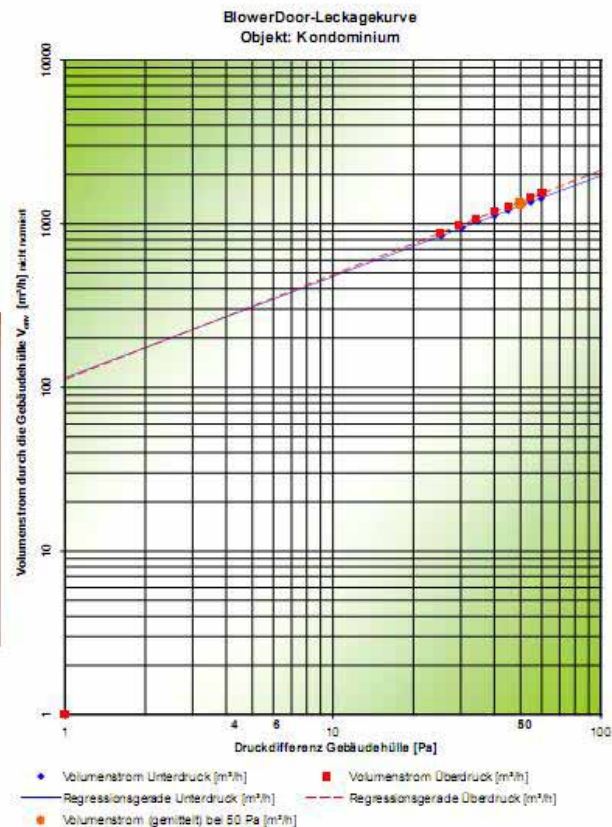


Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Requisiti prestazionali e test di tenuta al vento



- N50 vecchio = 23,6/h
- N50 nuovo = 10,8/h (silicone)
- Data: 06.10.2005




Analisi e test di tenuta all'aria - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Cose assolutamente da non fare!!!




immagini concesse da:  SCANTEC

Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Cose assolutamente da non fare!!!

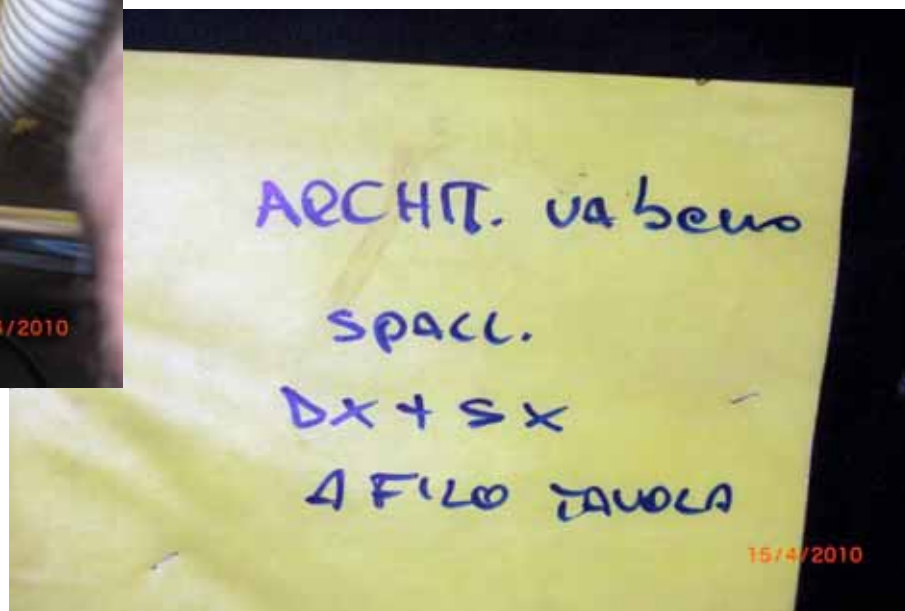



immagini concesse da:  SCANTEC

Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Cose assolutamente da non fare!!!



immagini concesse da:  SCANTEC

Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Tenuta al vento coperture in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Tenuta al vento coperture in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Tenuta al vento coperture in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



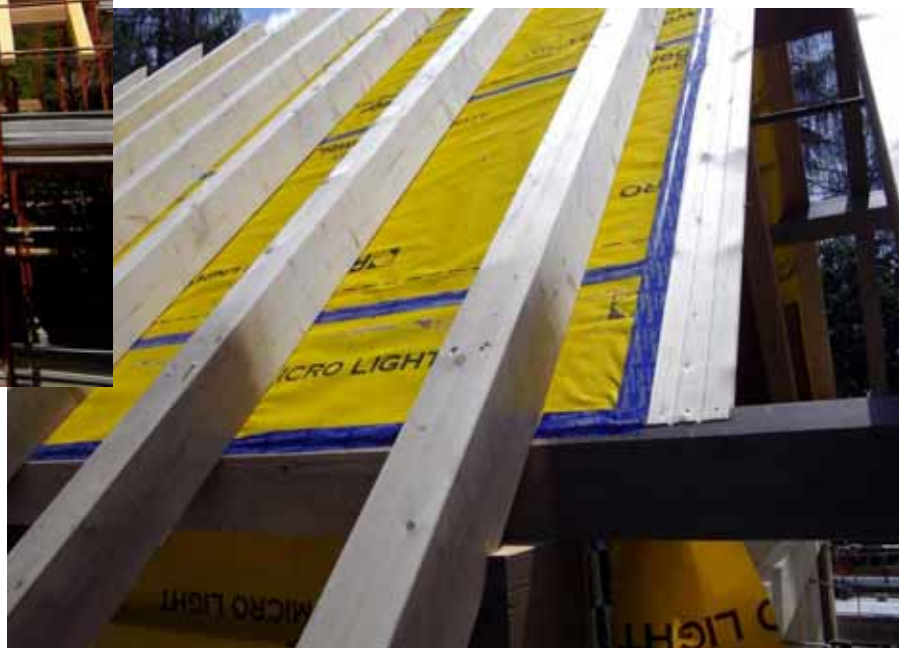
Tenuta al vento coperture in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi a pannelli tipo X-lam



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi a pannelli tipo X-lam



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi a pannelli tipo X-lam



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi intelaiati in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi intelaiati in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi intelaiati in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi intelaiati in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi intelaiati in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per sistemi intelaiati in legno



Perdite energetiche per ventilazione – Soluzioni pratiche per i requisiti di tenuta al vento



Sigillature per passaggio impianti



Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Preparazione preliminare macchinario



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Misurazione perdite “Metodo B”



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Misurazione perdite con anemometro



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento

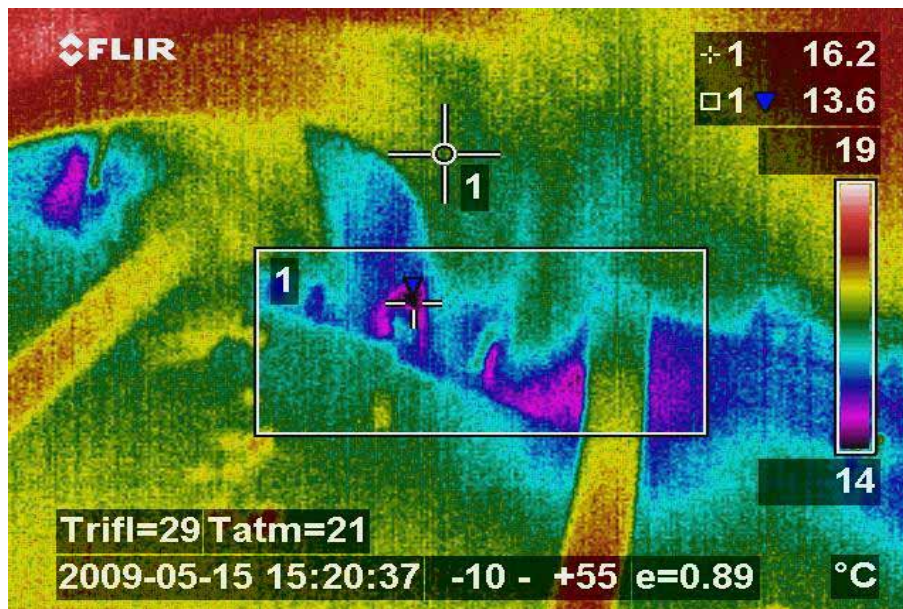


Individuazione perdite con metodo del fumo



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento

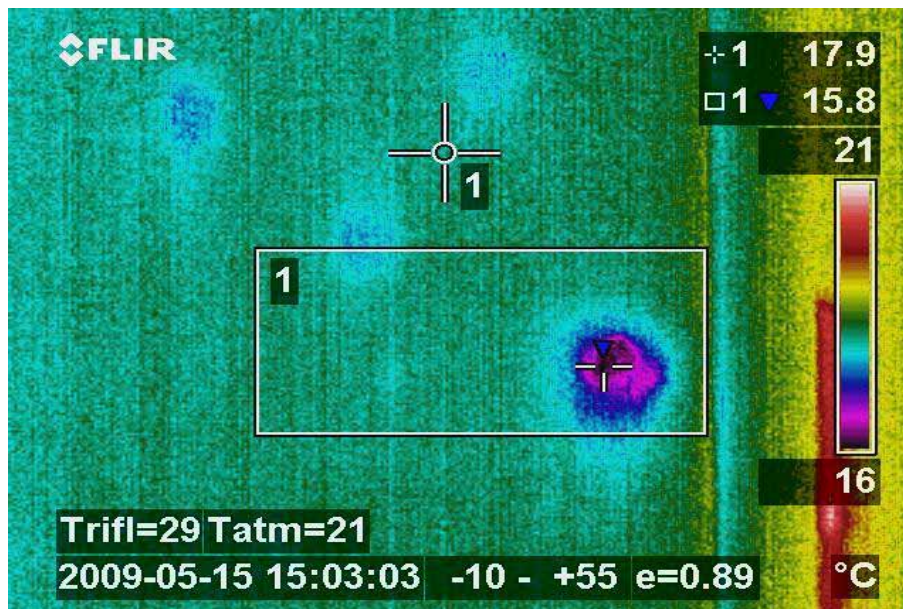


Individuazione perdite con termocamera



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Individuazione problemi con termocamera



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

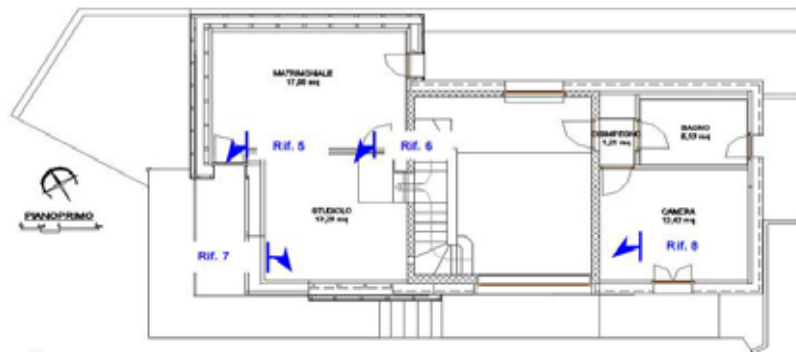
Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Sigillatura perdite con nastri e/o silicone



Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Rif. 5 Locale: Matrimoniale SOPPALCO
Perdita: sigillatura telo soffitto 0,81 m/s



Rif. 6 Locale: Matrimoniale SOPPALCO
Perdita: sigillatura telo-soffitto 4,08



Rapporto e certificato di prova "Metodo B"

si Dichiara

che il valore rilevato n_{50} è risultato inferiore ai limiti imposti $n_{50} \leq 0,6[h^{-1}]$, pari a:

$$n_{50} = 0,54 [h^{-1}]$$

l'edificio soddisfa i requisiti richiesti dalle norma UNI-EN832/13790 ; n min. 0,3 [h⁻¹]



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Problemi di tenuta in strutture intelaiate



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Problemi di tenuta in strutture intelaiate



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Individuazione perdite con termocamera

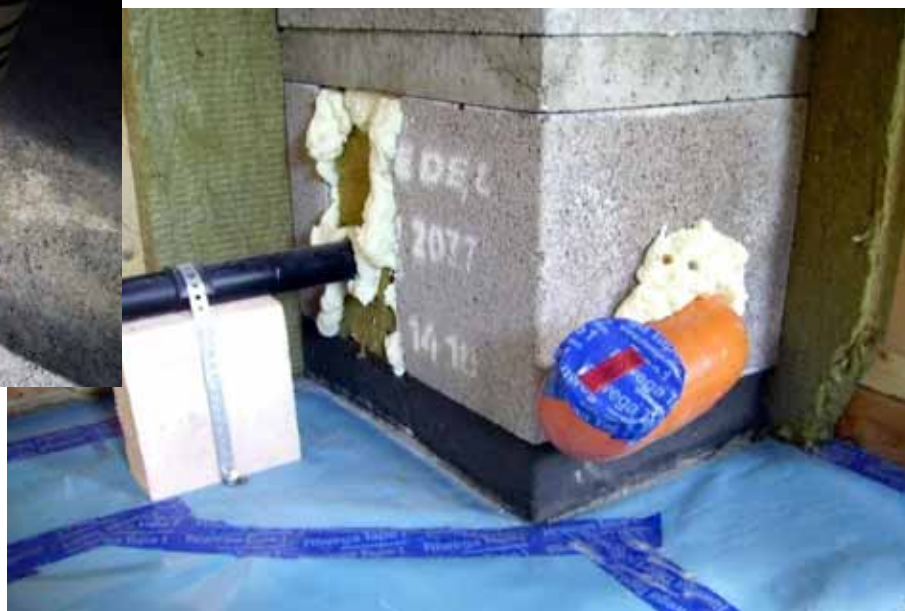


Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

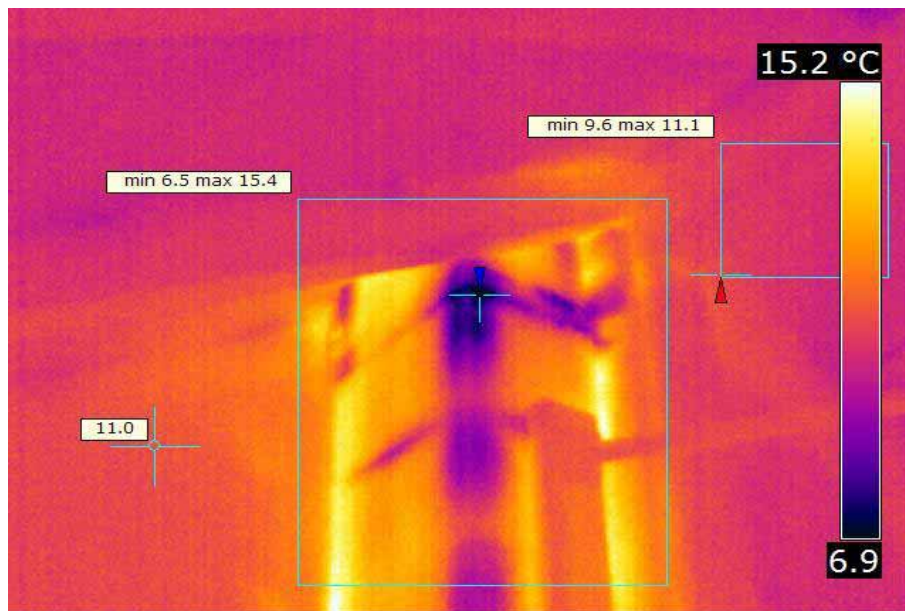
Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Camino a tenuta all'aria e a taglio termico



Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Individuazione perdite con termocamera



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

Perdite energetiche per ventilazione – Modalità operative test di tenuta al vento



Certificato di tenuta

Ottenuto mediante "BlowerDoor Test"

Riferito a : **Casa di Samuele Giacometti**

Fraz. Sostasio 61 B
33020 Prato Carnico (UD)

Test eseguito il: 29-01-2010

Prestazione di ricambio d'aria (n50) ottenuta a 50 Pascal

In accordo alle EN 13829, Metodo A

n₅₀ = 0,99 1/h

Requisito di conformità rispetto a : **Protocollo CasaClima FVG – Cl. B**

n₅₀ ≤ 2 1/h

La verifica soddisfa i requisiti di conformità richiesti

Rapporto e certificato di prova "Metodo A"



Analisi e test di tenuta all'aria – Ruggero Panigutti – SCANTEC S.r.l. – Tavagnacco (Udine)

COMPORTAMENTO ESTIVO COSTRUZIONI IN LEGNO

*Problemi di surriscaldamento interno
Analisi sistemi misti legno-muratura*



Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno

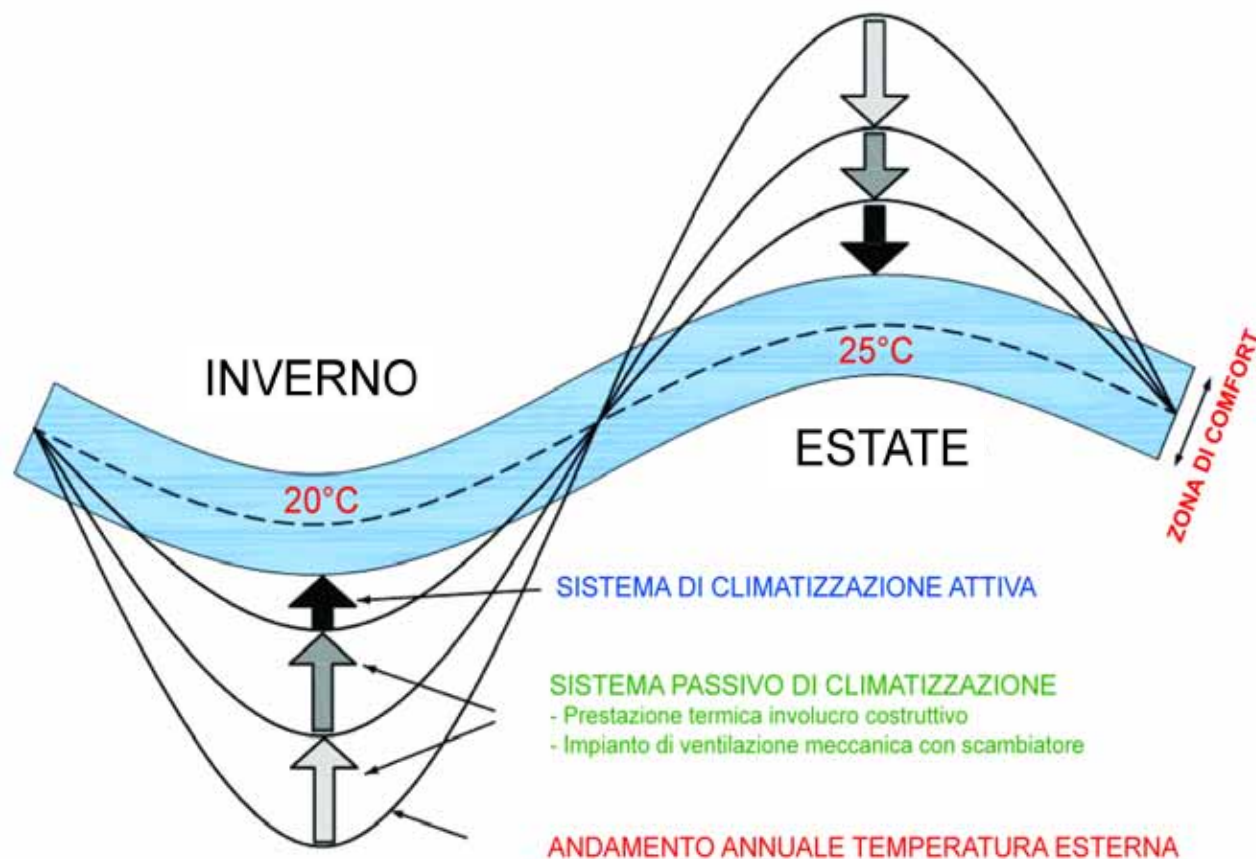
The Wooden Summer Passive House

PRESENTAZIONE GENERALE

Il progetto affronta le esigenze proprie dei paesi caldi dell'Europa meridionale in materia di raffrescamento passivo estivo e specificatamente analizza il fabbisogno energetico necessario per garantire l'adeguato comfort ambientale nel caso di edifici in legno caratterizzati internamente da una bassa massa termica.

*Nello specifico l'analisi è condotta su un edificio passivo pilota in legno, in questo caso un'abitazione unifamiliare realizzata vicino a Udine, ai margini orientali della Pianura Padana caratterizzata da un clima estivo caldo umido da contrastare efficacemente con un dispendio energetico massimo a quello limite per riscaldamento che per gli standard delle case passive è pari a 15 kWh/(m²*anno).*

Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno



Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno



Complesso residenziale in struttura di legno

Vienna, 17 Luglio 2007 – 17,30 – Test = 36,7°C



Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno



Complesso residenziale in struttura di legno

Vienna, 17 Luglio 2007 – 17,30 – Test = 36,7°C



Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno



Complesso residenziale in struttura di legno

Vienna, 17 Luglio 2007 – 17,30 – Test = 36,7°C



LATO OVEST: 35,0°C

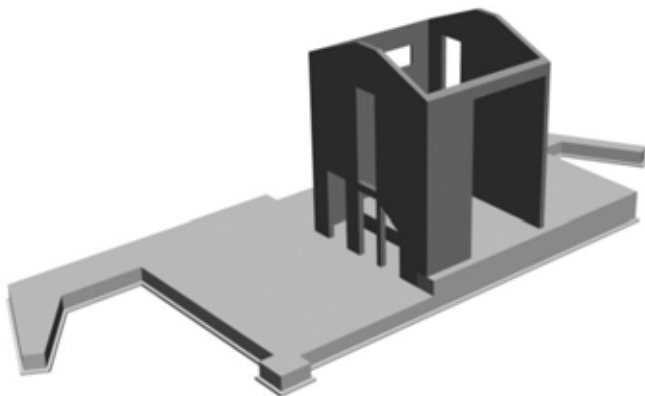
Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno

	sfas.	rid.amp.	R	U	
rosso	< 10 ore	< 85%	< 2,687	< 0,35	negativo
blue	10-14 ore	85-95%	2,687-4,83	0,35-0,2	accettabile
verde	> 14 ore	> 95%	> 4,83	> 0,2	buono

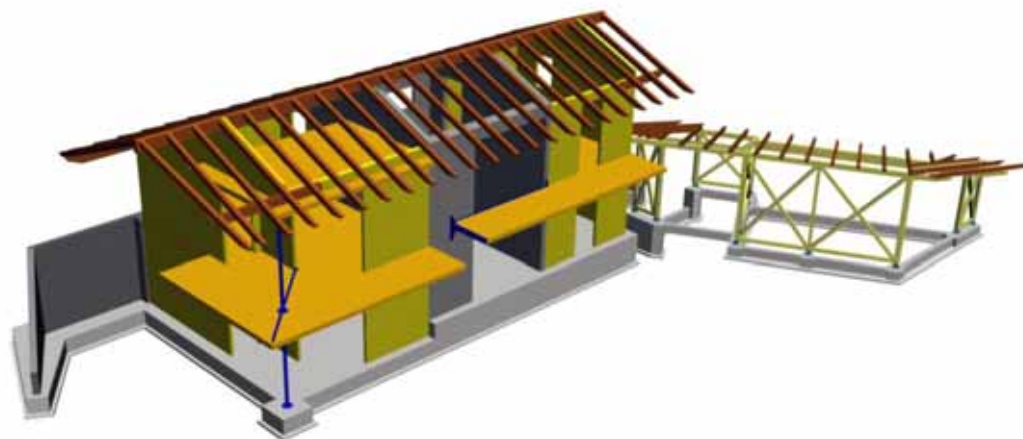
spessore	Cemento		Poroton		Legno abete		Gasbeton		Polistirene EPS		Fibra di legno	
	estate	inverno	estate	R	estate	inverno	estate	inverno	estate	inverno	estate	inverno
0 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
2 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
4 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
6 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
8 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
10 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso
12 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	rosso	blue	rosso	blue
14 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	blue	rosso	rosso	rosso	rosso	blue	blue	blue
16 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	blue	rosso	rosso	rosso	rosso	blue	blue	blue
18 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	blue	rosso	rosso	rosso	rosso	verde	blue	blue
20 cm	rosso	rosso	rosso	rosso	verde	rosso	rosso	rosso	rosso	verde	verde	verde
22 cm	rosso	rosso	blue	rosso	verde	rosso	blue	rosso	rosso	verde	verde	verde
24 cm	rosso	rosso	blue	rosso	verde	rosso	blue	rosso	rosso	verde	verde	verde
26 cm	rosso	rosso	blue	rosso	verde	rosso	blue	blue	rosso	verde	verde	verde
28 cm	rosso	rosso	blue	rosso	verde	rosso	blue	blue	rosso	verde	verde	verde
30 cm	rosso	rosso	verde	rosso	verde	rosso	verde	blue	rosso	verde	verde	verde
32 cm	rosso	rosso	verde	rosso	verde	rosso	verde	blue	rosso	verde	verde	verde
34 cm	rosso	rosso	verde	rosso	verde	rosso	verde	blue	rosso	verde	verde	verde
36 cm	rosso	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	rosso	verde	verde	verde
38 cm	blue	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	blue	verde	verde	verde
40 cm	blue	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	blue	verde	verde	verde
42 cm	blue	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	blue	verde	verde	verde
44 cm	blue	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	blue	verde	verde	verde
46 cm	blue	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	blue	verde	verde	verde
48 cm	blue	rosso	verde	rosso	verde	blue	verde	blue	blue	verde	verde	verde
50 cm	blue	rosso	verde	blue	verde	blue	verde	verde	blue	verde	verde	verde

Tratto da: Analisi comparative prestazionali - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura



Analisi caso studio costruzione mista legno-calcestruzzo

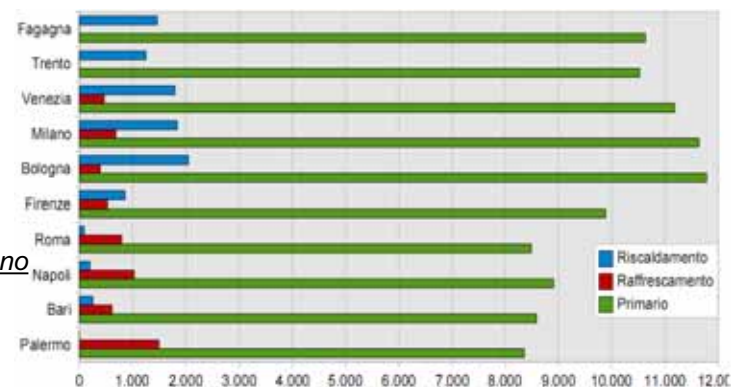


Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Comparazione fabbisogno energetico per diverse localizzazioni climatiche

IE utile per riscaldamento invernale:	12	kWh/(m²_a)	15 kWh/(m²_a)
Risultato test di pressione:	0,6	h⁻¹	0,6 h⁻¹
Energia primaria:	104	kWh/(m²_a)	120 kWh/(m²_a)
I.E. Energia primaria:	59	kWh/(m²_a)	
I.E. risparmio per corrente da FV:	56	kWh/(m²_a)	
Carico invernale:	14	W/m²	
Limite involucro estivo:	7	%	25 °C
I.E. utile di raffrescamento		kWh/(m²_a)	15 kWh/(m²_a)
Carico estivo:	5	W/m²	

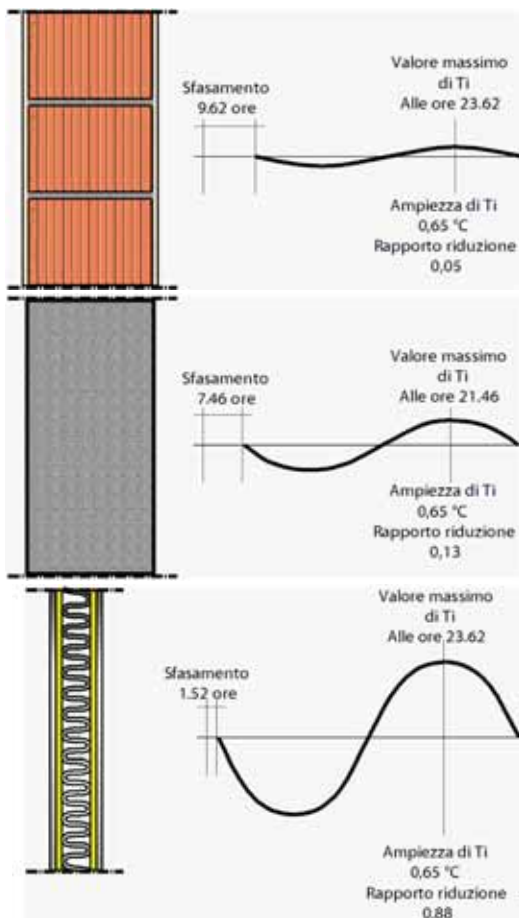
Edificio – Caso studio	IE-Inverno	IE-Estate	IE-Primario
Localizzazione	kWh/m ² *year	kWh/m ² *year	kWh/m ² *year
Fagagna (Udine)	12,0	0,0	86,8
Trento	10,2	0	85,9
Venezia	14,7	3,8	91,3
Milano	15,0	5,6	95,0
Bologna	16,7	3,2	96,2
Firenze	7,0	4,3	80,7
Roma	0,7	6,5	69,3
Napoli	1,6	8,4	72,7
Bari	2,1	5,0	70,1
Palermo	0,0	12,2	68,2



Analisi comparativa - Gunter Gantioler-TBZ – Technisches Bauphysik Zentrum – Bolzano

Tratto da: The wooden summer Passive House – Andrea Boz – Atti II Convegno Nazionale Case Passive – TBZ - Rovigo, 3-4 Ottobre 2008

Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno



Proprietà di sfasamento e smorzamento termico

Ricerca condotta dal Laterificio Pugliese Spa – Terlizzi (Bari)

MATERIALE	Cap. term. spec.	Massa	Capacità termica
Descrizione	C_x (J/kgK)	ρ_x (kg/m³)	$\rho_x C_x$ (kJ/m³K)
Acqua	4190	1000	4190
Calcestruzzo	900	2400	2160
Laterizio T2	850	1200	1020
Legno	2100	600	1260
Fibre di legno	2100	180	378
Polistirolo	1440	30	43

Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno

Calcolo proprietà di sfasamento e smorzamento diversi sistemi costruttivi



1A- PARETE INTELAIATA LEGGERA IN LEGNO

2,5cm Pannelli Osb/Gesso fibra
30cm Pannelli isolanti in lana di roccia
2,5cm Pannelli Osb/Gesso fibra

Massa d'inerzia termica globale: $50 \text{ kg/m}^2 - 10\%$

Massa d'inerzia termica interna (10cm): $15 \text{ kg/m}^2 - 6\%$



1B- PARETE PIENA IN LEGNO

10cm Pannelli in tavolato di legno incrociato
30cm Pannelli isolanti in fibre di legno

Massa d'inerzia termica globale: $100 \text{ kg/m}^2 - 20\%$

Massa d'inerzia termica interna (10cm): $50 \text{ kg/m}^2 - 20\%$



2- PARETE MASSICCIA IN CALCESTRUZZO

20cm Calcestruzzo armato
30cm Pannelli isolanti in polistirene

Massa d'inerzia termica globale: $500 \text{ kg/m}^2 - 100\%$

Massa d'inerzia termica interna (10cm): $250 \text{ kg/m}^2 - 100\%$

Comportamento estivo costruzioni in legno – Problemi di surriscaldamento interno

Calcolo proprietà di sfasamento e smorzamento diversi sistemi costruttivi

1A- PARETE INTELAIATA LEGGERA IN LEGNO

CARATTERISTICHE GENERALI	
Spessore:	0,350 m
Massa superficiale (>200):	61,50 kg/m²
Resistenza termica:	7,908 m²K/W
Valore U globale(<0,15):	0,126 W/m²K OK
PARAMETRI DINAMICI	
Fattore di riduzione (<0,1):	0,658 – 0,341 KO!
Ore di sfasamento (>10):	06h 49' KO!

$\Delta_{max}=10,9^{\circ}\text{C}$ $\Delta_{max}=21,1^{\circ}\text{C}$ $\Delta T_i=13,9 - 7,2^{\circ}\text{C}$
Media= 30,2 – 25,6°C

1B- PARETE PIENA IN LEGNO

CARATTERISTICHE GENERALI	
Spessore:	0,400 m
Massa superficiale (>200):	88,20 kg/m²
Resistenza termica:	8,108 m²K/W
Valore U globale(<0,15):	0,123 W/m²K OK
PARAMETRI DINAMICI	
Fattore di riduzione (<0,1):	0,016 – 0,008 OK
Ore di sfasamento (>10):	24h 16' OK

$\Delta_{max}=10,9^{\circ}\text{C}$ $\Delta_{max}=21,1^{\circ}\text{C}$ $\Delta T_i=0,4 - 0,2^{\circ}\text{C}$
Media= 28,7 – 25,2°C

Ora	Te aria [°C]	Irrag. [W/m²]	Test muro [°C] Soleggiato vs. Ombreggiato	T _{int} muro [°C] Soleggiato vs. Ombreggiato		
				1a- Legno legg.	1b- Legno mass.	2- Muratura
01	21,8	0	21,83 – 21,83	29,68 – 27,76	28,56 – 25,15	29,97 – 25,83
02	21,3	0	21,28 – 21,28	28,17 – 26,82	28,55 – 25,14	29,72 – 25,87
03	20,8	0	20,84 – 20,84	27,06 – 25,88	28,54 – 25,13	29,35 – 25,83
04	20,5	0	20,51 – 20,51	26,27 – 25,08	28,53 – 25,13	29,05 – 25,75
05	20,4	11	20,64 – 20,40	25,54 – 24,36	28,54 – 25,13	28,83 – 25,62
06	20,6	50	21,73 – 20,62	24,96 – 23,78	28,55 – 25,13	28,59 – 25,47
07	21,2	86	23,08 – 21,17	24,53 – 23,35	28,58 – 25,14	28,40 – 25,32
08	22,2	177	26,09 – 22,16	24,17 – 22,98	28,63 – 25,16	28,28 – 25,19
09	23,6	321	30,72 – 23,59	23,81 – 22,62	28,70 – 25,18	28,16 – 25,07
10	25,2	439	35,00 – 25,24	23,52 – 22,33	28,78 – 25,21	28,07 – 24,98
11	27,1	515	38,55 – 27,11	23,30 – 22,12	28,84 – 25,24	28,00 – 24,91
12	28,9	541	40,89 – 28,87	23,39 – 22,04	28,87 – 25,27	27,94 – 24,85
13	30,2	515	41,63 – 30,19	24,10 – 22,19	28,89 – 25,29	27,88 – 24,79
14	31,1	439	40,83 – 31,07	24,99 – 22,55	28,87 – 25,31	27,83 – 24,74
15	31,4	321	38,53 – 31,40	26,97 – 23,20	28,84 – 25,31	27,80 – 24,71
16	31,1	177	35,00 – 31,07	30,02 – 24,14	28,78 – 25,31	27,81 – 24,70
17	30,3	86	32,21 – 30,30	32,83 – 25,23	28,73 – 25,29	27,93 – 24,72
18	29,1	50	30,20 – 29,09	35,18 – 26,46	28,70 – 25,27	28,07 – 24,78
19	27,7	11	27,90 – 27,66	36,71 – 27,62	28,66 – 25,25	28,39 – 24,88
20	26,2	0	26,23 – 26,23	37,20 – 28,49	28,63 – 25,23	28,89 – 25,04
21	25,0	0	25,02 – 25,02	36,67 – 29,07	28,61 – 25,20	29,35 – 25,21
22	23,9	0	23,92 – 23,92	35,16 – 29,28	28,59 – 25,19	29,73 – 25,41
23	23,0	0	23,04 – 23,04	32,84 – 29,07	28,56 – 25,17	29,98 – 25,60
24	22,4	0	22,38 – 22,38	31,00 – 28,56	28,55 – 25,16	30,06 – 25,74

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Analisi termodinamica temperature operative interne diversi sistemi costruttivi

1A- PARETE INTELAIATA LEGGERA IN LEGNO

2,5cm Pannelli Osb/Gesso fibra
30cm Pannelli isolanti in lana di roccia
2,5cm Pannelli Osb/Gesso fibra

Capacità termica specifica: $60 \text{ Wh/(m}^3\text{/K)}$

1B- PARETE PIENA IN LEGNO

10cm Pannelli in tavolato di legno incrociato
30cm Pannelli isolanti in fibre di legno

Capacità termica specifica : $90 \text{ Wh/(m}^3\text{/K)}$

2- PARETE MASSICCIA IN CALCESTRUZZO

20cm Calcestruzzo armato
30cm Pannelli isolanti in polistirene

Capacità termica specifica : $204 \text{ Wh/(m}^3\text{/K)}$

3- MIX: PARETE ESTERNA PIENA IN LEGNO CUORE INTERNO MASSIVO

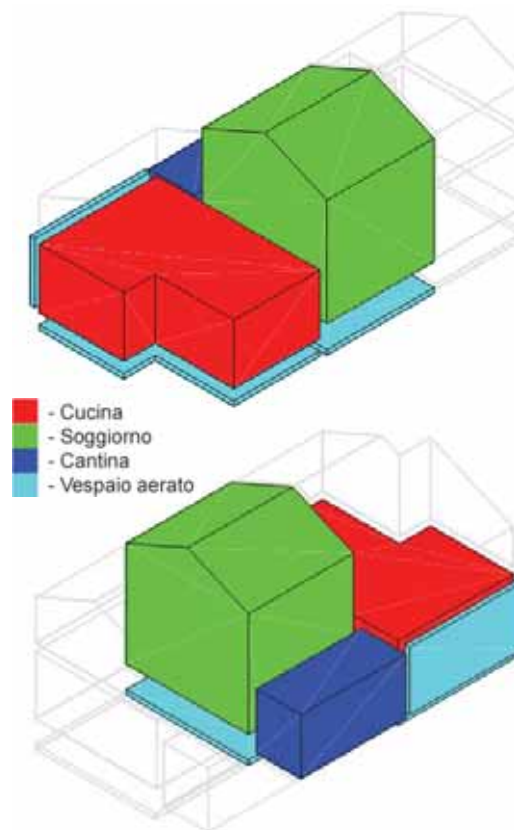
Pareti perimetrali:

10cm Pannelli in tavolato di legno incrociato
30cm Pannelli isolanti in fibre di legno

Pareti interne:

20cm Calcestruzzo armato

Capacità termica specifica : $132 \text{ Wh/(m}^3\text{/K)}$



Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Raffronto analitico soluzioni costruttive con o senza ombreggiamento delle superfici finestrate

AMBIENTE		CUCINA						SOGGIORNO					
COMBINAZIONI		VETRATE NON PROTETTE			VETRATE PROTETTE			VETRATE NON PROTETTE			VETRATE PROTETTE		
STRUTTURE		Med. °C	Min. °C	Max. °C	Med. °C	Min. °C	Max. °C	Med. °C	Min. °C	Max. °C	Med. °C	Min. °C	Max. °C
1A-	INTELAIATA IN LEGNO	31,5	28,7	34,9	27,1	25,5	28,3	31,8	28,1	36,3	27,2	25,1	29,1
1B-	MASSICCIA IN LEGNO	31,7	29,1	35,0	27,1	25,6	28,3	31,9	29,1	35,4	27,3	25,5	28,8
2-	MASSICCIA IN MURATURA	31,8	30,2	33,7	27,1	26,1	27,9	31,9	30,1	33,7	27,3	26,3	28,2
3-	MISTA LEGNO MURATURA	31,7	29,5	34,4	27,0	25,7	28,0	31,8	30,3	33,9	27,2	26,2	28,1
MEDIE T _i		31,7	29,4	34,5	27,1	25,7	28,1	31,9	29,4	34,8	27,3	25,8	28,6
$\Delta T_{MAX.}$		0,3	1,5	1,3	0,1	0,6	0,4	0,1	2,2	2,4	0,1	1,2	1,0
MEDIA ΔT			4,8			2,3			5,9			2,9	
MASSIMA ΔT			6,2			2,8			8,2			4,0	
MINIMA ΔT			3,5			1,8			3,6			1,9	
3-MIX L-M ΔT			4,5			2,3			3,6			1,9	

Arch. Andrea Boz, DI. Michaela Gruber - Risultati analisi dinamiche software GEBA – Prof. Dr. Klaus Kreck TUWien

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Analisi termodinamica temperature operative interne per diversi gradi di ventilazione degli ambienti

Dopo aver analizzato le prestazioni delle singole stanze in base ad un utilizzo normale degli ambienti si è proceduto con lo studio delle prestazioni globali della casa, valutando congiuntamente le due stanze tipo, dal momento che nella realtà sono comunicanti.

Inoltre sono state comparate le prestazioni dell'edificio in relazione al fatto che le stanze siano poste a contatto con il terreno, ad un piano intermedio o a quello sottotetto, ed inoltre in base ai diversi gradi di ventilazione che si possono raggiungere giornalmente nell'edificio.

Infatti i diversi usi ed abitudini possono determinare situazioni ambientali ben diverse, per cui si sono comparate tre situazioni tipo:

- A. Ventilazione base: Non utilizzo degli ambienti (Periodi di ferie)
- B. Ventilazione normale: Utilizzo normale degli ambienti (Settimana lavorativa)
- C. Ventilazione alta: Utilizzo frequente degli ambienti (Fine settimana)

	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
BASIC	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%
NORMAL	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	53%	53%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	100%	100%	100%	20%	20%
HIGH	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	53%	53%	53%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	100%	100%	100%	100%	100%

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Raffronto analitico ambienti su vari piani e con diversi gradi di ventilazione interna

COMBINAZIONI		VENT. BASE		VENT. NORMALE		VENT. ALTA		Media
PIANOTERRA		Med. °C	ΔT °C	Med. °C	ΔT °C	Med. °C	ΔT °C	ΔT °C
1A-	Min/Max ΔT:	29,9	2,1	27,1	2,6	26,7	2,6	2,4
1B-	Min/Max ΔT:	29,9	2,0	27,1	2,5	26,7	2,5	2,3
2-	Min/Max ΔT:	29,8	0,9	27,3	1,2	26,8	1,0	1,0
3-	Min/Max ΔT:	29,7	1,7	27,2	2,1	26,7	2,1	1,9
PIANO MEDIO		Med. °C	ΔT °C	Med. °C	ΔT °C	Med. °C	ΔT °C	ΔT °C
1A-	Min/Max ΔT:	31,0	2,8	27,5	3,6	26,9	3,5	3,3
1B-	Min/Max ΔT:	31,0	1,9	27,6	2,4	27,1	2,3	2,2
2-	Min/Max ΔT:	30,9	0,8	27,8	1,1	27,1	1,0	1,0
3-	Min/Max ΔT:	31,0	1,7	27,8	2,0	27,1	2,0	1,9
SOTTOTETTO		Med. °C	ΔT °C	Med. °C	ΔT °C	Med. °C	ΔT °C	ΔT °C
1A-	Min/Max ΔT:	31,1	2,2	28,0	2,7	27,3	2,5	2,5
1B-	Min/Max ΔT:	31,1	2,1	28,1	2,6	27,4	2,4	2,4
2-	Min/Max ΔT:	31,0	0,7	28,1	1,0	27,4	0,9	0,9
3-	Min/Max ΔT:	31,1	1,8	28,1	2,2	27,4	2,0	2,0

Arch. Andrea Boz, DI. Michaela Gruber - Risultati analisi dinamiche software GEBA – Prof. Dr. Klaus Kreck TUWien

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

2- PARETI MASSICCIE INTERNE ED ESTERNE IN MURATURA

20cm Calcestruzzo armato + 30cm Pannelli isolanti in polistirene

3- MIX: PARETE ESTERNA PIENA IN LEGNO + CUORE INTERNO MASSIVO

10cm Pannelli in tavolato di legno incrociato + 30cm Pannelli isolanti in fibre di legno

20cm Muro interno in calcestruzzo armato

4- PARETE MASSICCIA IN MURATURA + CUORE INTERNO IN ADOBE

20cm Calcestruzzo armato + 30cm Pannelli isolanti in polistirene

15cm Muro interno in mattoni d'argilla tipo Adobe

5- PARETE ESTERNA PIENA IN LEGNO + CUORE INTERNO IN ADOBE

10cm Pannelli in tavolato di legno incrociato + 30cm Pannelli isolanti in fibre di legno

15cm Muro interno in mattoni d'argilla tipo Adobe

6- PARETE ESTERNA TIPO ADOBE + CUORE INTERNO IN MURATURA

15cm Muro interno in mattoni d'argilla tipo Adobe + 30cm Pannelli in polistirene

20cm Muro interno in calcestruzzo armato

7- PARETI INTERNE ED ESTERNE IN ARGILLA TIPO ADOBE

15cm Murature in mattoni d'argilla tipo Adobe + 30cm Pannelli isolanti in polistirene

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Raffronto analitico ambienti su vari piani e con diversi gradi di ventilazione interna

COMBINAZIONI		VENT. BASE			VENT. NORMALE			VENT. ALTA		
STRUTTURE		Med. °C	Min. °C	Max. °C	Med. °C	Min. °C	Max. °C	Med. °C	Min. °C	Max. °C
1A-	INTELAIATA IN LEGNO	29,9	28,8	30,9	27,1	25,8	28,4	26,7	25,4	28,0
1B-	MASSICCIA IN LEGNO	29,9	28,9	30,9	27,1	25,9	28,4	26,7	25,5	28,0
2-	MASSICCIA IN MURATURA	29,8	29,4	30,3	27,3	26,7	27,9	26,8	26,4	27,4
3-	MISTA LEGNO MURATURA	29,7	28,8	30,5	27,2	26,1	28,2	26,7	25,6	27,7
4-	MISTA MURATURA ADOBE	29,8	29,3	30,3	27,3	26,7	27,9	26,8	26,2	27,4
5-	MISTA LEGNO PIENO ADOBE	29,8	29,1	30,5	27,3	26,4	28,1	26,7	25,9	27,6
6-	MISTA ADOBE MURATURA	29,8	29,3	30,3	27,3	26,6	27,9	26,8	26,1	27,4
7-	TOTALE IN ARGILLA ADOBE	29,9	29,3	30,4	27,3	26,6	27,9	26,8	26,1	27,4
MEDIE Ti:		29,8	29,1	30,6	27,3	26,3	28,1	26,7	25,9	27,6

L'USO DI SISTEMI COSTRUTTIVI MASSIVI NON E' FINALIZZATO SOLAMENTE AD OTTENERE UNA RIDUZIONE DELLA TEMPERATURA MEDIA INTERNA, MA E' FONDAMENTALE IN UN'OTTICA DI RIDUZIONE DEI PICCHI MINIMI E MASSIMI ORARI

Comportamento estivo costruzioni in legno – Analisi sistemi misti legno-muratura

Riflessioni conclusive sull'uso di sistemi costruttivi in legno in aree climatiche calde

Le conclusioni quindi che si possono trarre dall'analisi dei risultati ottenuti dalle simulazioni dinamiche è che i pacchetti strutturali leggeri ed in fattispecie le strutture intelaiate in legno, sono inadeguate a far fronte efficacemente ai problemi dati dai fenomeni di surriscaldamento estivo.

Per contro le soluzioni massive caratterizzate da una alta capacità termica risultano migliori soprattutto in relazione al fatto che, a parità grossomodo dei valori della temperatura giornaliera interna, rispetto alle strutture leggere tamponate riescono a contenere le oscillazioni durante tutte le 24 ore all'interno del limite di comfort ambientale pari a circa 2°C.

Tale comportamento è infine riscontrato anche nei casi di una struttura in legno a pannelli pieni abbinata alla presenza di un cuore interno massivo, per cui è possibile affermare che la presenza di tali masse inerziali interne risultino di gran beneficio pur essendo di dimensioni limitate rispetto l'intero sistema costruttivo adottato.

ANALISI ENERGETICA E TECNOLOGICA PACCHETTI COSTRUTTIVI

Analisi energetica pacchetti costruttivi - Catalogo promo [legno - dataholz.com](http://legno-dataholz.com)

Analisi tecnologica pacchetti costruttivi - Catalogo promo [legno - dataholz.com](http://legno-dataholz.com)

Materiali da costruzione

Legno/Materiali a base legno

Travi
Pannelli truciolari
Pannelli di fibra
Pannelli stratificati
Piallati

Altri

Isolanti
Rivestimenti
Guaine/Tenute
Sistemi di facciata

Spiegazione delle schede tecniche

Componenti da costruzione

Parete

Parete esterna
Parete interna
Parete divisoria

Solaio

Solaio interno
Solaio divisorio
Solaio sotto il sottotetto
Solaio cantina

Tetto

Tetto piano
Tetto spiovente

Ricerca ID componente

Spiegazione delle schede tecniche

Collegamenti dei componenti da costruzione

Giunti per pareti

Parete esterna
Parete divisoria
Parete interna

Giunto per solai

Solaio interno
Solaio divisorio
Solaio sotto il sottotetto
Solaio esterno
Solaio cantina

Collegamento del tetto

Tetto spiovente
Tetto piano

Porte e finestre

Collegamenti delle finestre
Collegamenti delle porte

Altri collegamenti

Ambiente bagnato
Balcone
Vano per le condutture

Spiegazione delle schede tecniche

Catalogo di materiali di legno o a base legno, materiali da costruzione, componenti da costruzione e collegamenti per componenti da costruzione con proprietà di fisica tecnica ed ecologiche verificate e/o autorizzate, approvati per le costruzioni di legno da istituti di verifica accreditati.

I parametri possono essere utilizzati come base per le procedure di verifica presso le autorità austriache competenti in materia edilizia.

- [Informazioni su dataholz.com](http://dataholz.com)
- [Creare un link a dataholz.com](http://dataholz.com)
- dataholz.com e la situazione normativa in Italia

NB: Data base con oltre 1500 pacchetti e soluzioni costruttive in legno

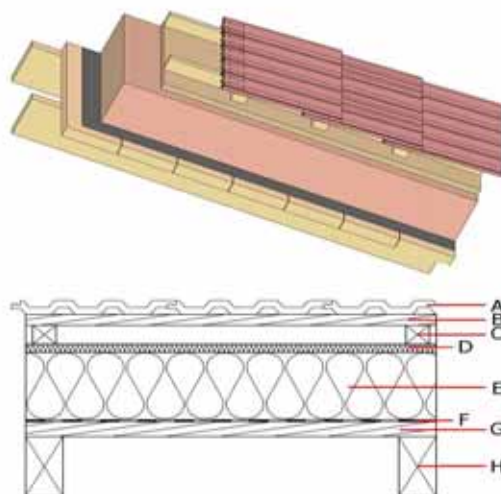
Analisi energetica pacchetti costruttivi – Pareti perimetrali esterne

Sistemi a pareti piene Vs Sistemi a pareti intelaiate



Analisi energetica pacchetti costruttivi – Coperture inclinate – Promo legno - dataholz.com

Tetto spiovente (a rigore con pendenza > 35°) - travetti a vista, retroventilato, -



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal fuoco	F	30
	REI	30

Nel calcolo statico degli elementi lignei della costruzione bisogna considerare 20 mm di (profondità di) combustione
Valutazione effettuata da IBS

Protezione termica	U [W/m²K]	0,13
	Comportamento alla diffusione	idoneo
	m _{0,8,Δ} [kg/m²]	28,8

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal rumore	R _w (C; C ₈₀)	44 (-2; -8)
	l _{n,20} (C)	-
con copertura in tegole R _w = 43 (-2; -8) dB		
Valutazione effettuata da TGM		

Ecologia*	GIE _{K₂₀₁₁}	48,7
-----------	---------------------------------	------

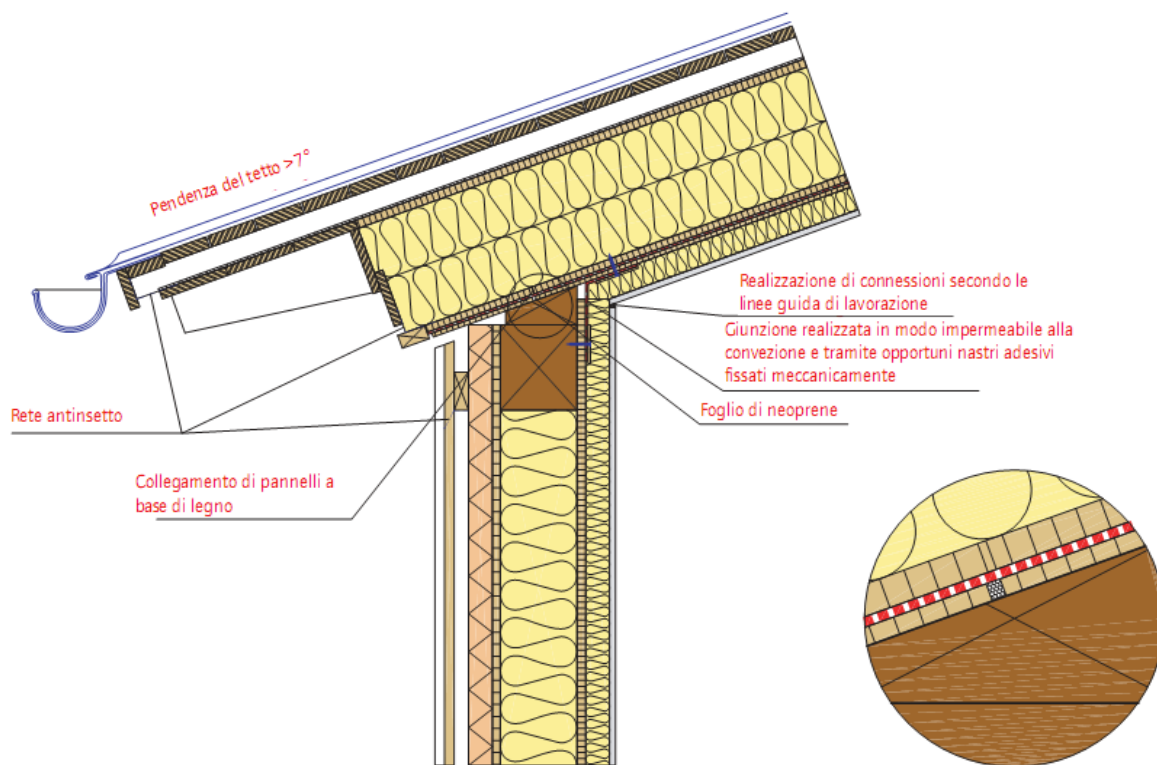
Calcolo effettuato da IBO

	Spessore	Materiale da costruzione	Protezione termica				Combust.		
			λ	μ min – max	ρ	c	ON	EN	
A		Tegola di cemento oppure tegola in laterizio				2100	A		
B	30,0	Legno di abete listellatura (30/50)	0,130	50		500	1,600	B2	D
C	50,0	Legno di abete Controlistellatura (altezza min. 50 mm)	0,130	50		500	1,600	B2	D
D	22,0	Pannello di fibra di legno a bassa densità	0,045	5		250	2,100	B2	E
E	260,0	Pannello isolante di fibra di legno [0,040; R=200] l'isolamento sopra o sotto l'orditura	0,040	5 - 7		200	2,500	B2	E
F		barriera antivapore sd ≥ 1 m				1000			
G	40,0	Legno di abete (giunto) maschio-femmina; rivestimento per protezione dal fuoco	0,130	50		500	1,600	B2	D
H		Legno da costruzione secondo la statica	0,110	50		400	2,500	B2	D

Analisi tecnologica pacchetti costruttivi – Coperture inclinate – Promo legno - dataholz.com

Parete esterna – Collegamento a tetto a falde (soffitta ristrutturata): Gronda

Sezione verticale



Analisi energetica pacchetti costruttivi – Terrazze e tetti piani – Promo legno - dataholz.com

Coperture a verde

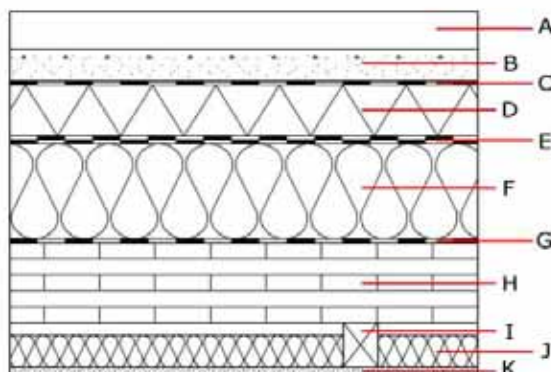
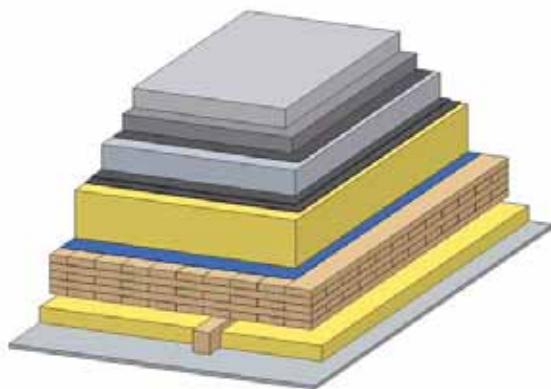
Vs

Terrazze praticabili



Analisi energetica pacchetti costruttivi – Terrazze e tetti piani – Promo legno - dataholz.com

Tetto piano - costruzione massiccia di legno, non retroventilato, con vano tecnico



Valutazione fisico-costruttiva ed ecologica

Protezione dal	F	60
fuoco	REI	60

Con verifica statica su appoggi di legno di sezione 89mm
Valutazione effettuata da IBS

Protezione	U[W/m²K]	0,12
termica	Comportamento alla diffusione	idoneo
	m _{tot,sa} [kg/m²]	16,2

Calcolo effettuato da HFA

Protezione dal	R _w (C,C _b)	47 (;)
rumore	L _{w,pt} (C)	-

Valutazione effettuata da TU-GRAZ

Ecologia*	OI3 _{Kan}	97,8
-----------	--------------------	------

Calcolo effettuato da IBO

Analisi energetica pacchetti costruttivi – Terrazze e tetti piani – Promo legno - dataholz.com

	Spessore	Materiale da costruzione	Protezione termica				Combust.	
			λ	μ min - max	ρ	c	ON	EN
A	60,0	Grigliato di calcestruzzo rasato						
B	50,0	(isolante) sfuso, materiale (isolante) alla rinfusa ghiaia	0,700	2		1800	1,000	A
C		Feltro di separazione [sd \leq 0,2m]						
D	80,0	Polistirolo estruso	0,035	40 - 100		30	1,450	B1
E	9,0	Cartonfeltro bitumato	0,170	40000		1100	0,960	B2
F	150,0	Lana di roccia [0,040; R=180]	0,040	1		180	1,030	A
G		barriera antivapore sd \geq 1500m				1000		A1
H	125,0	Legno massiccio	0,130	50		500	1,600	B2
I	70,0	Legno di abete Listellatura sospesa	0,130	50		500	1,600	B2
J	50,0	Lana di vetro [0,040; R=16]	0,040	1		16	1,030	A
K	10,0	Pannello gessofibra oppure	0,320	21		1000	1,100	A2
K	12,5	Gessofibra (Cartongesso) (GKF)	0,210	8		900	1,050	B1

ATTENZIONE:

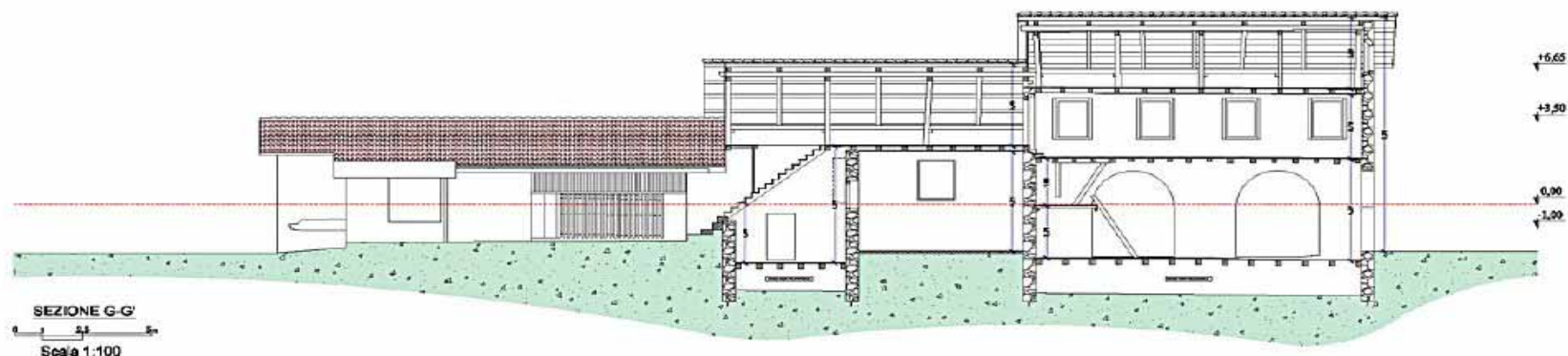
Evitare il più possibile tetti piani e/o sistemati a verde realizzati su strutture lignee!!

PROGETTO "LA CJASE DAL LEN"

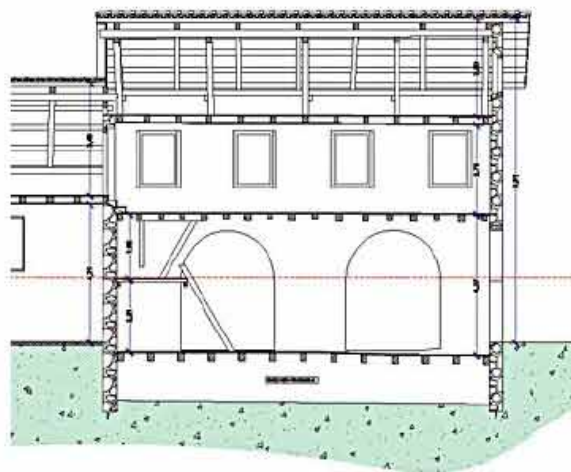
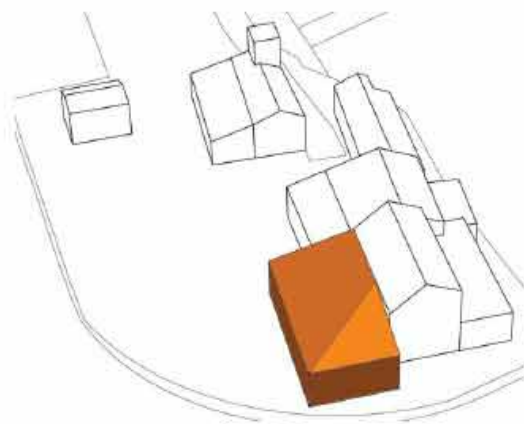


**RECUPERO A FINI DIDATTICO MUSEALI
EX-SEGHERIA "DAI PLACIOTES"**





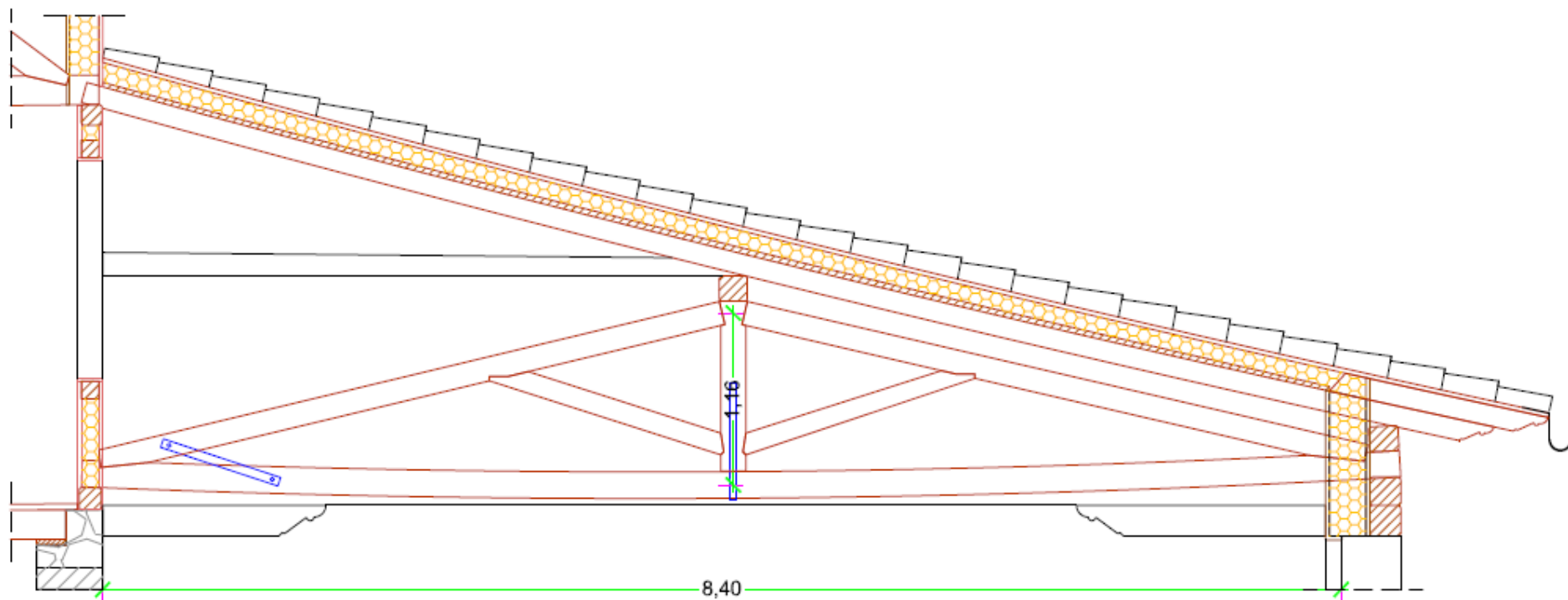
Gatter





- CAPRIATA TIPO ZONA GATTER

Sezione minima = 18x18 cm - Luce netta = 860 cm - Interasse medio = 400 cm



E - COPERTURA ZONA GATTER - N° 14+14+(10+4) Puntoni = 1008+784+504 = 2296 viti

Sez. min. 16x14 cm - Luce calc. 450 cm - Inter. max. 110 cm - Carico totale amplif. 590 kq/mq

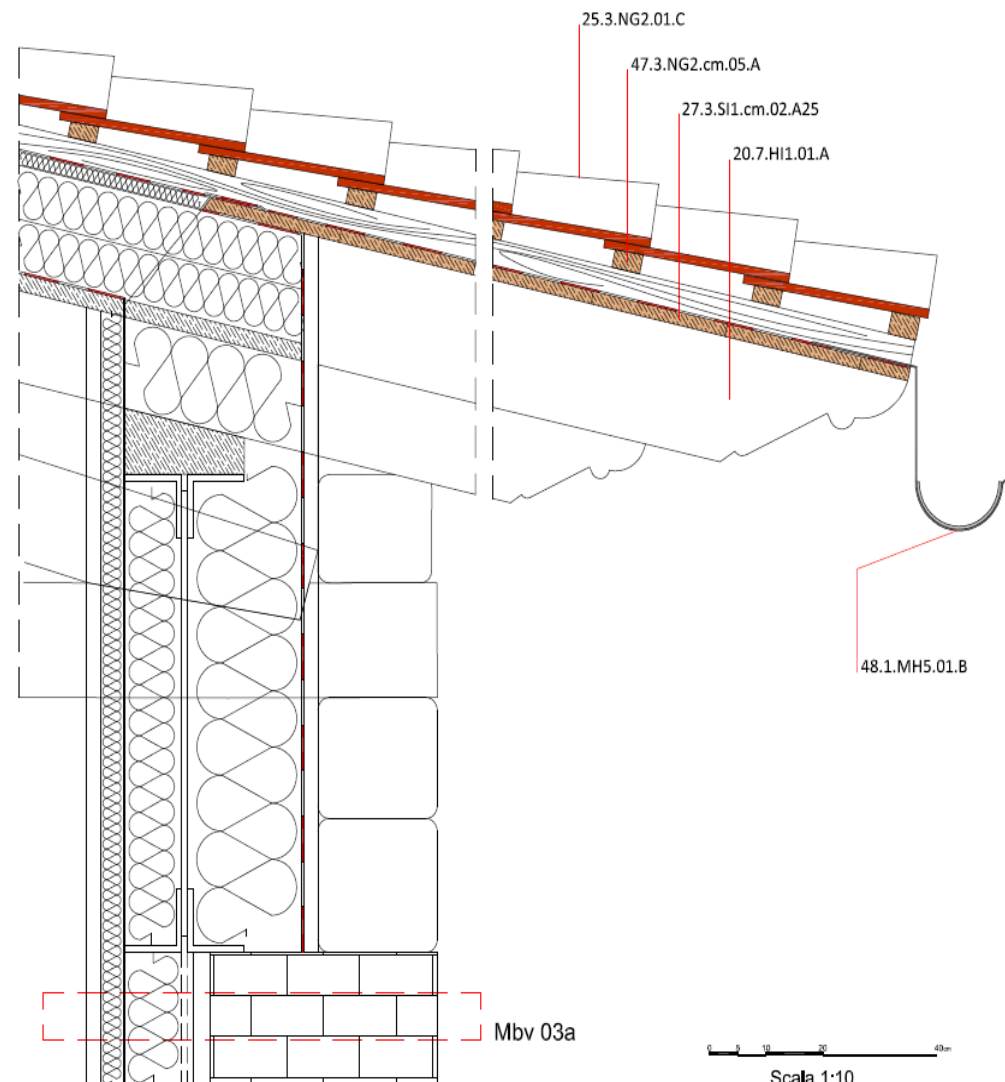
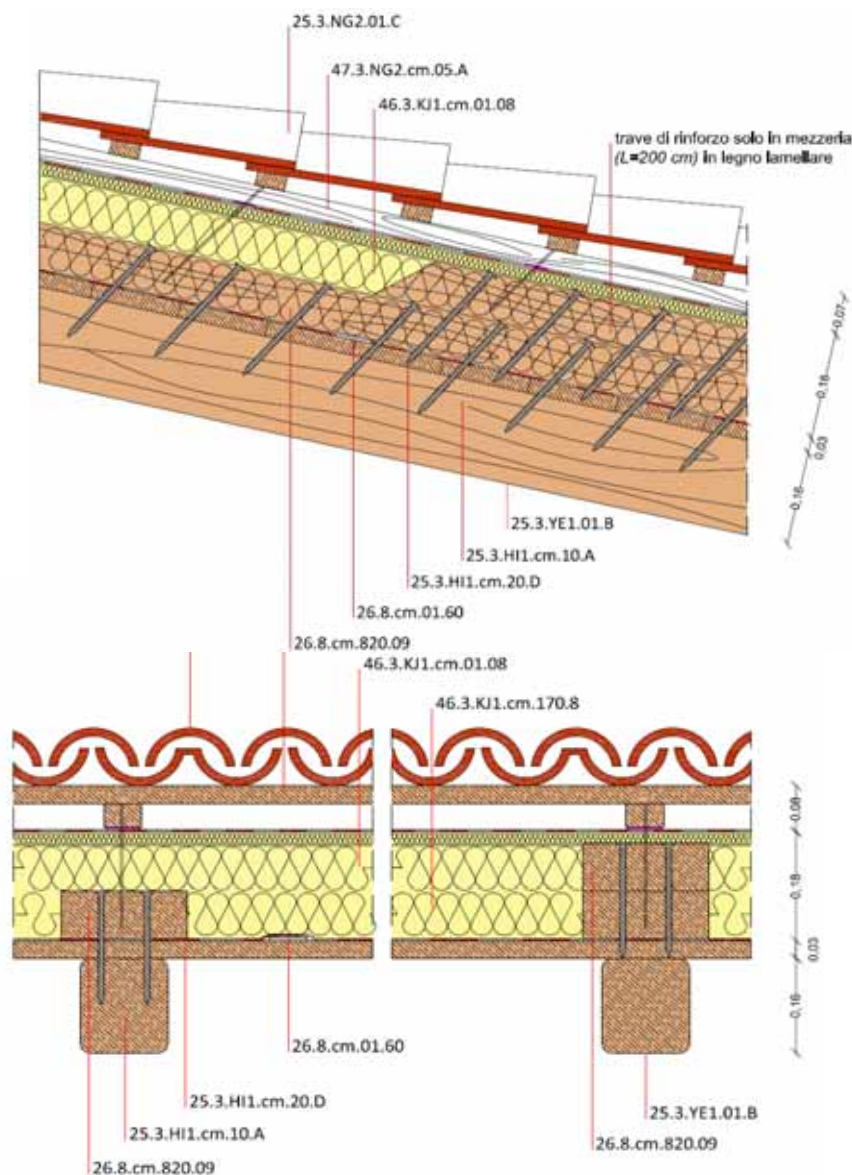
N° 2 file a passo variabile 1/4-1/2-1/4 = 90-180-90 mm - N° 48+24=72 pezzi/elemento

Sez. min. 16x14 cm - Luce calc. 450 cm - Inter. max. 110 cm - Carico totale amplif. 425 kq/mq

N° 2 file a passo variabile 1/4-1/2-1/4 = 130-260-130 mm - N° 36+20=56 pezzi/elemento

Sez. min. 16x(14+8) cm - Luce calc. 450 cm - Inter. max. 110 cm - Carico totale amplif. 425 kq/mq

N° 2 file a passo variabile 1/4-1/2-1/4 = 200-400-200 mm - N° 24+12=36 pezzi/elemento



Zona Gatter: Coibentazione copertura e sporgenze con falsi puntoni



Zona Gatter: Coibentazione copertura e sporgenze con falsi puntoni



Zona Gatter: Coibentazione copertura e sporgenze con falsi puntoni

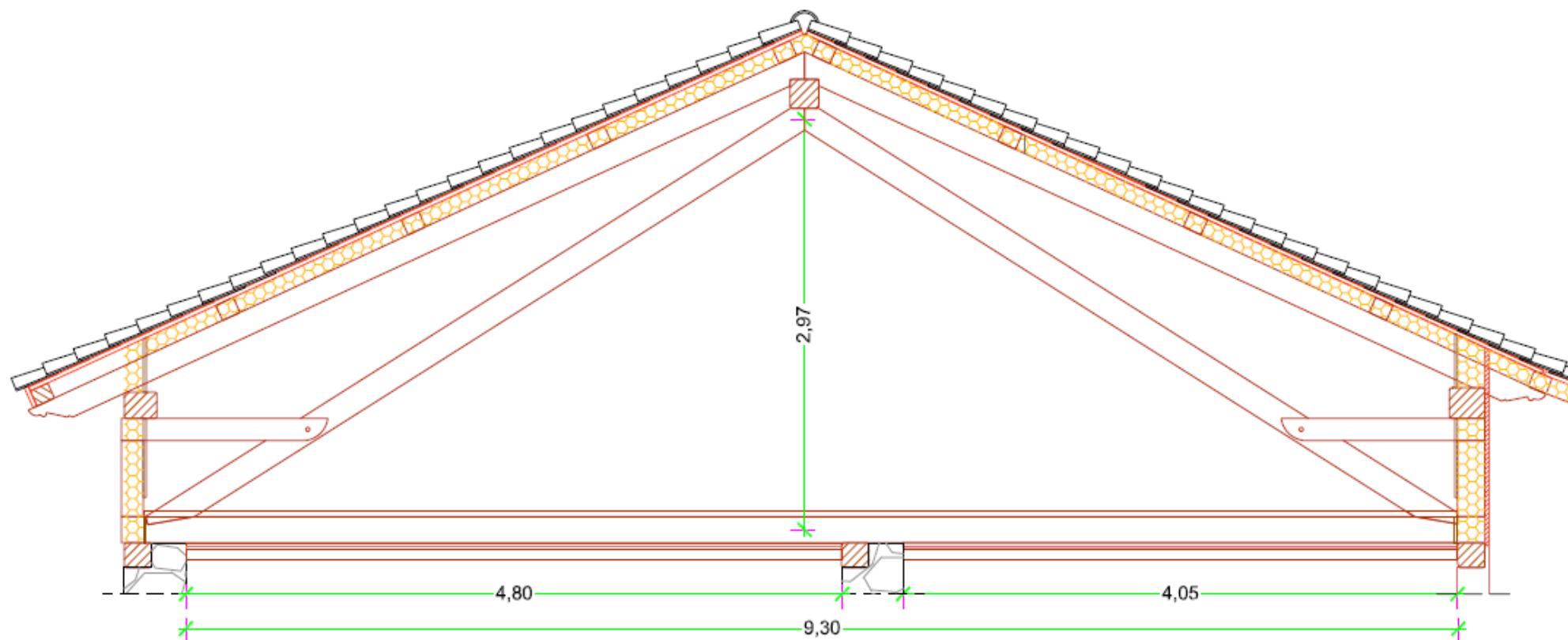


Zona Gatter: Coibentazione copertura e sporgenze con falsi puntoni



- CAPRIATA TIPO ZONA CUSTODE

- Sezione minima = 20x20 cm - Luce netta = $480+45+405 = 930$ cm - Interasse medio = 360 cm



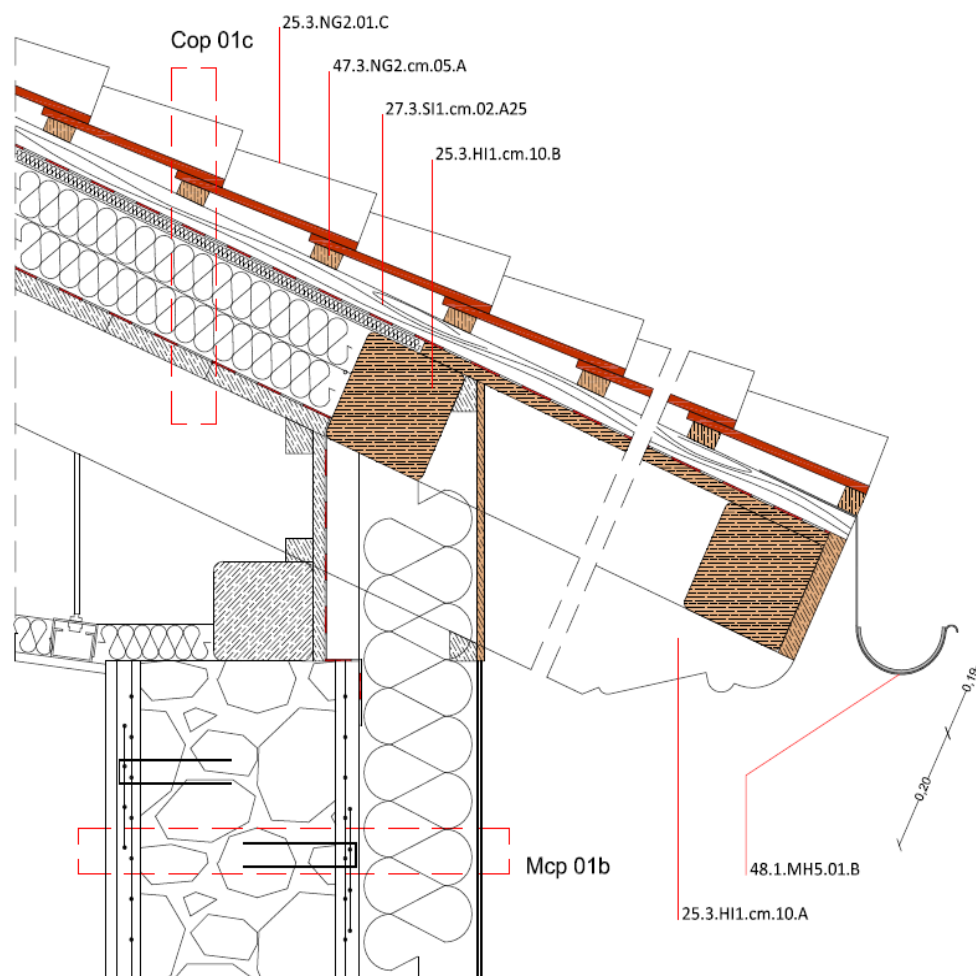
C - SOLAIO ZONA CUSTODE - N° 13+13 Travi = $728+468 = 1196$ viti

Sez. min. 19x19 cm - Luce calc. 505 cm - Inter. max. 90 cm - Carico totale amplif. 488 kq/mq

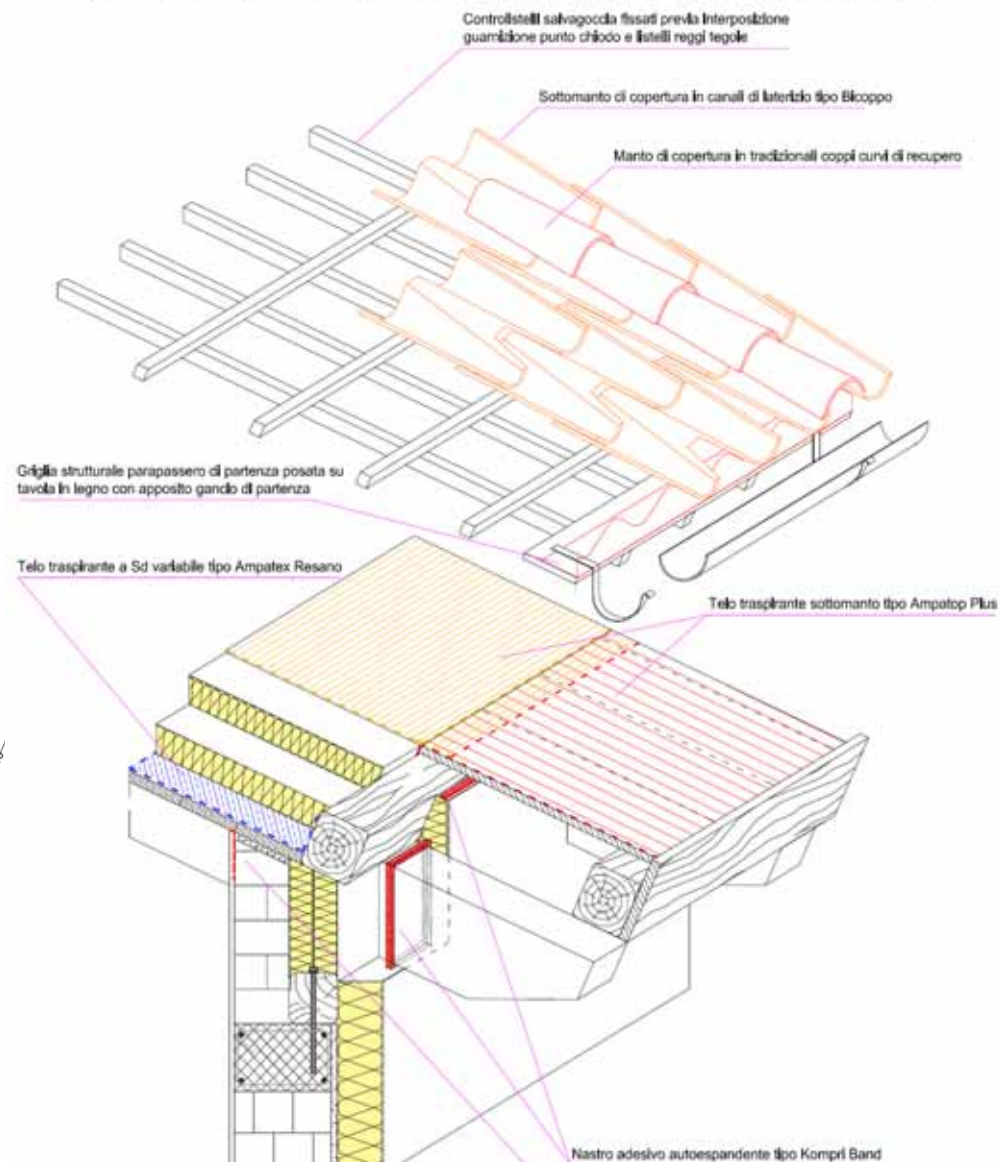
N° 2 file a passo variabile 1/4-1/2-1/4 = 150-300-150 mm - N° 36+20=56 pezzi/elemento

Sez. min. 19x19 cm - Luce calc. 420 cm - Inter. max. 90 cm - Carico totale amplif. 488 kq/mq

N° 2 file a passo variabile 1/4-1/2-1/4 = 180-360-180 mm - N° 24+12=36 pezzi/elemento



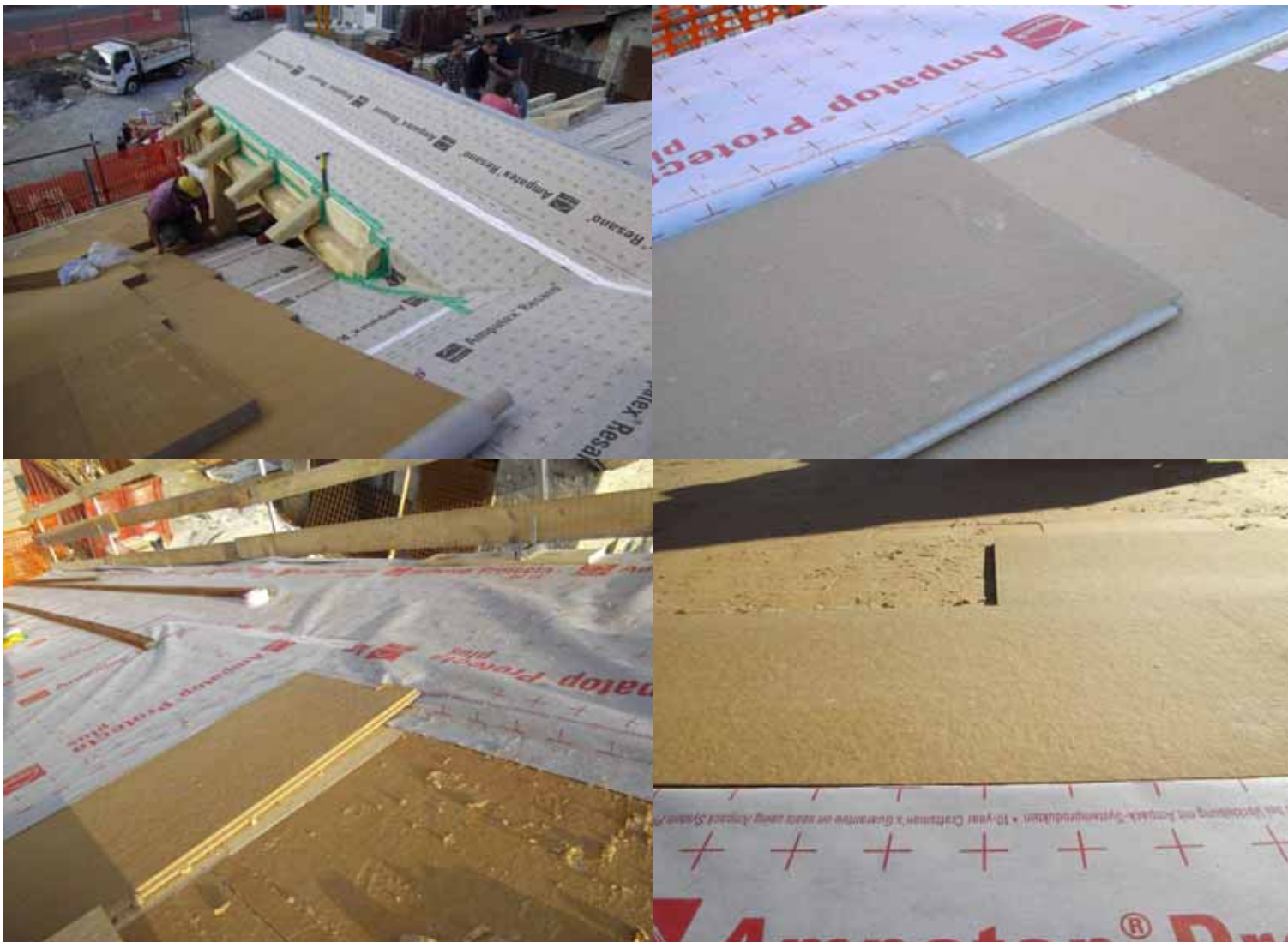
SCHEMA DI POSA DELLA COPERTURA CON TENUTA ALL'ARIA INTERNA E TENUTA AL VENTO ESTERNA

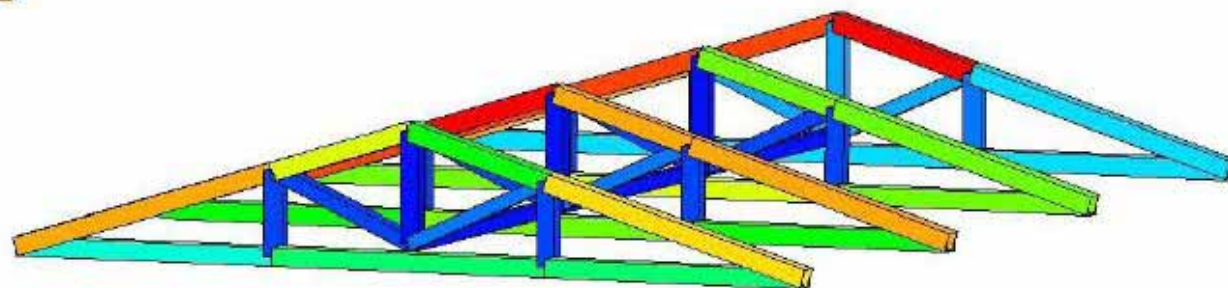
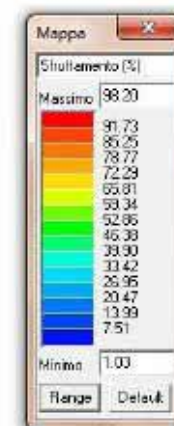
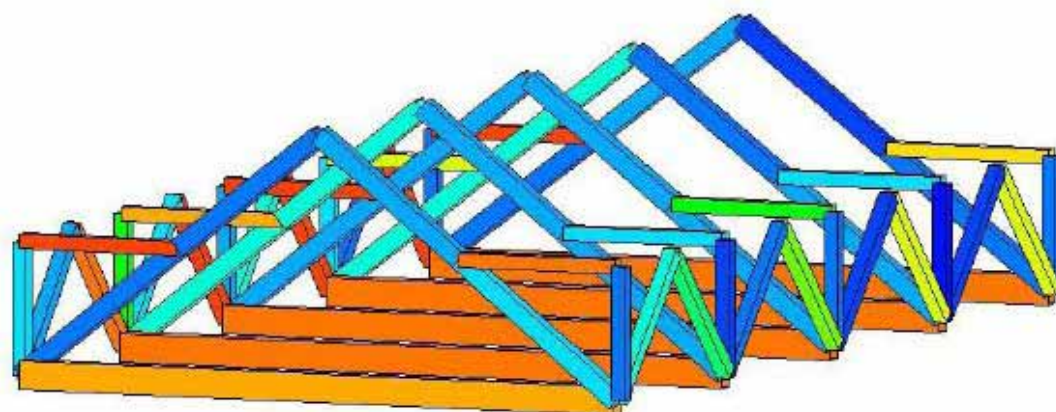


Zona Amministrazione: Coibentazione copertura e sporgenze con falsi arcarecci



Zona Amministrazione: Coibentazione copertura e sporgenze con falsi arcarecci





Nodo di appoggio 1:20

Livelli di copertura: Recupero capriate ed orditure lignee principali preesistenti



Livelli di copertura: Recupero capriate ed orditure lignee principali preesistenti



Livelli di copertura: Recupero capriate ed orditure lignee principali preesistenti



Livelli di copertura: Recupero capriate ed orditure lignee principali preesistenti



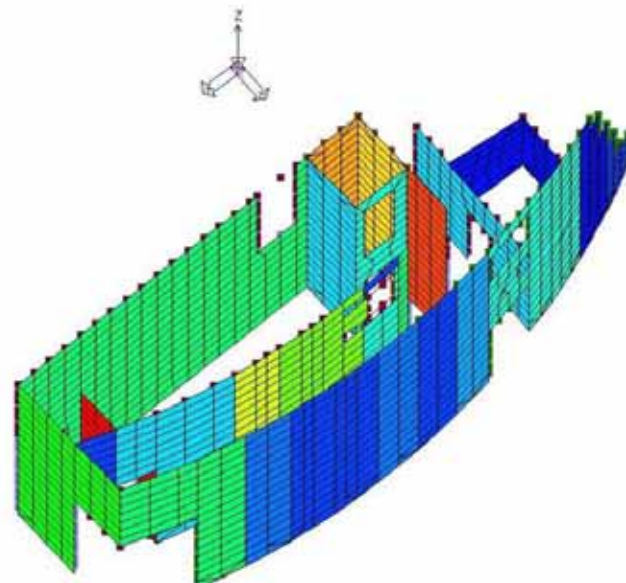
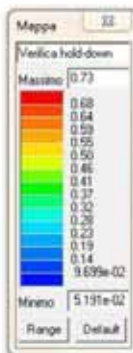
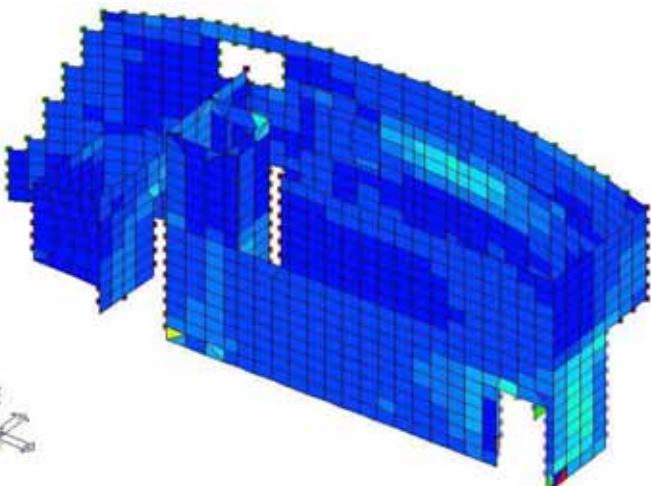
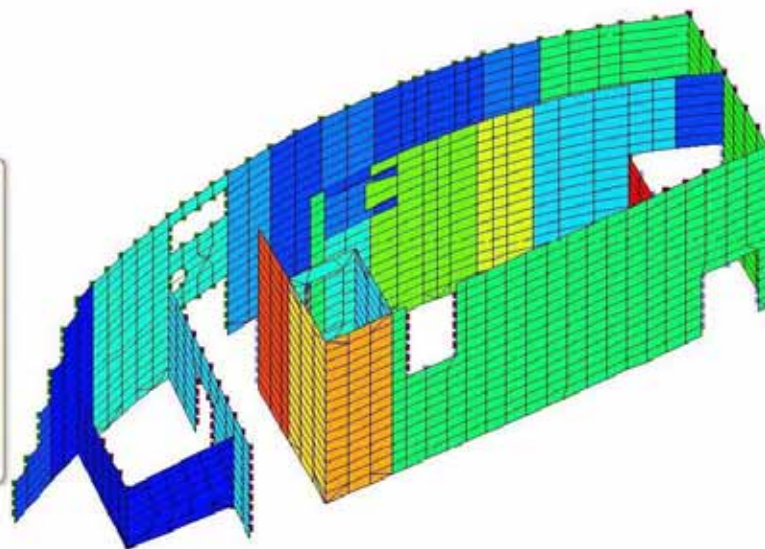
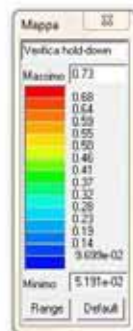
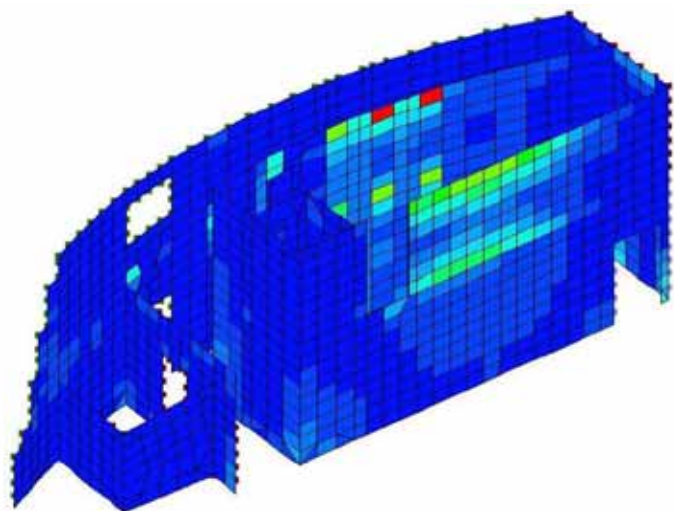
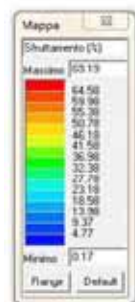


Diagram of a rectangular unit cell with dimensions 4.00 Å and 2.00 Å. The top edge is labeled "X-ray - Cu K α " and the right edge is labeled "Lattice spacing (longitudinal)".

Blocco servizi in X-lam: volume fuori terra in compensato di tavole incrociate ed incollate



Blocco servizi in X-lam: isolamenti in fibra di legno ed impermeabilizzazioni copertura



Blocco servizi in X-lam: rivestimento perimetrale in tavole grezze di larice locale non trattate

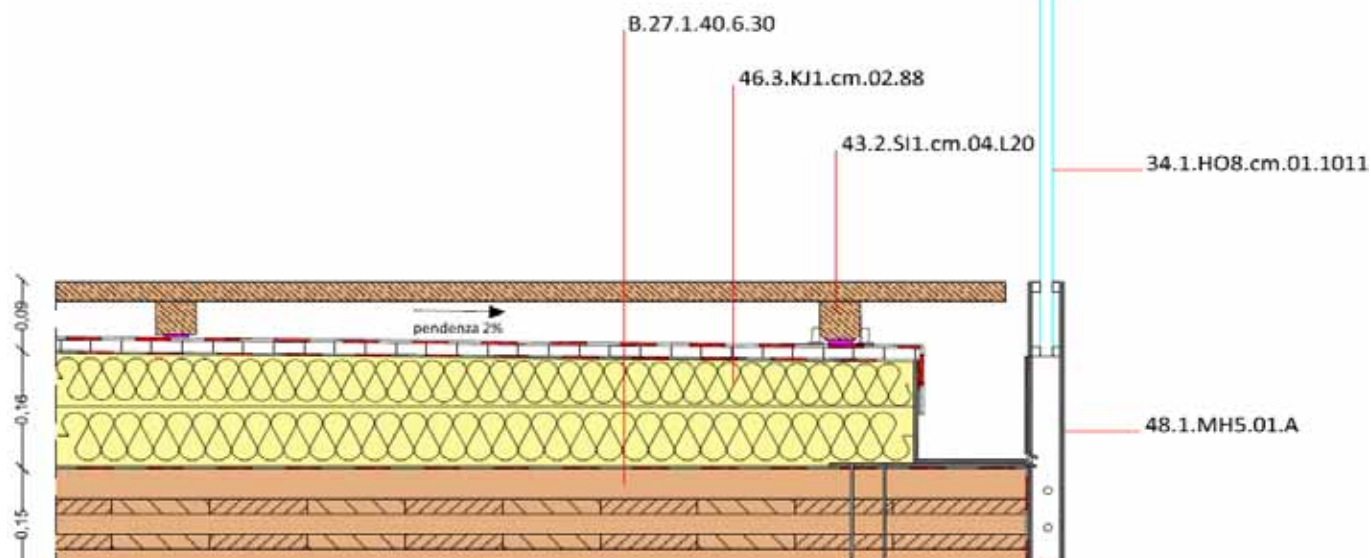
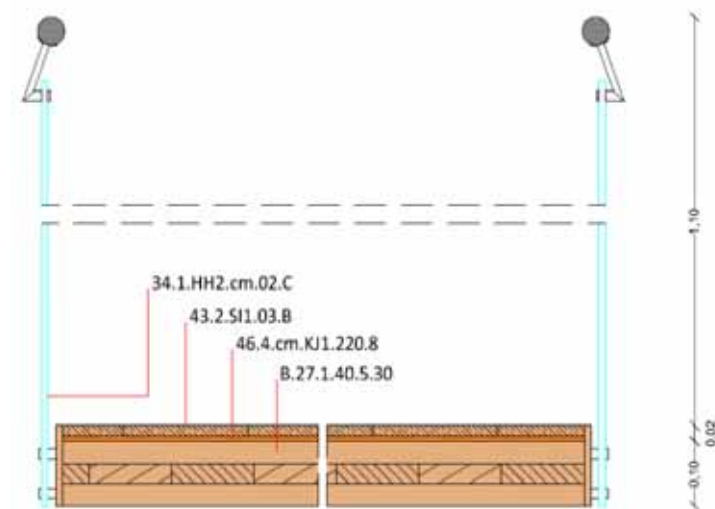
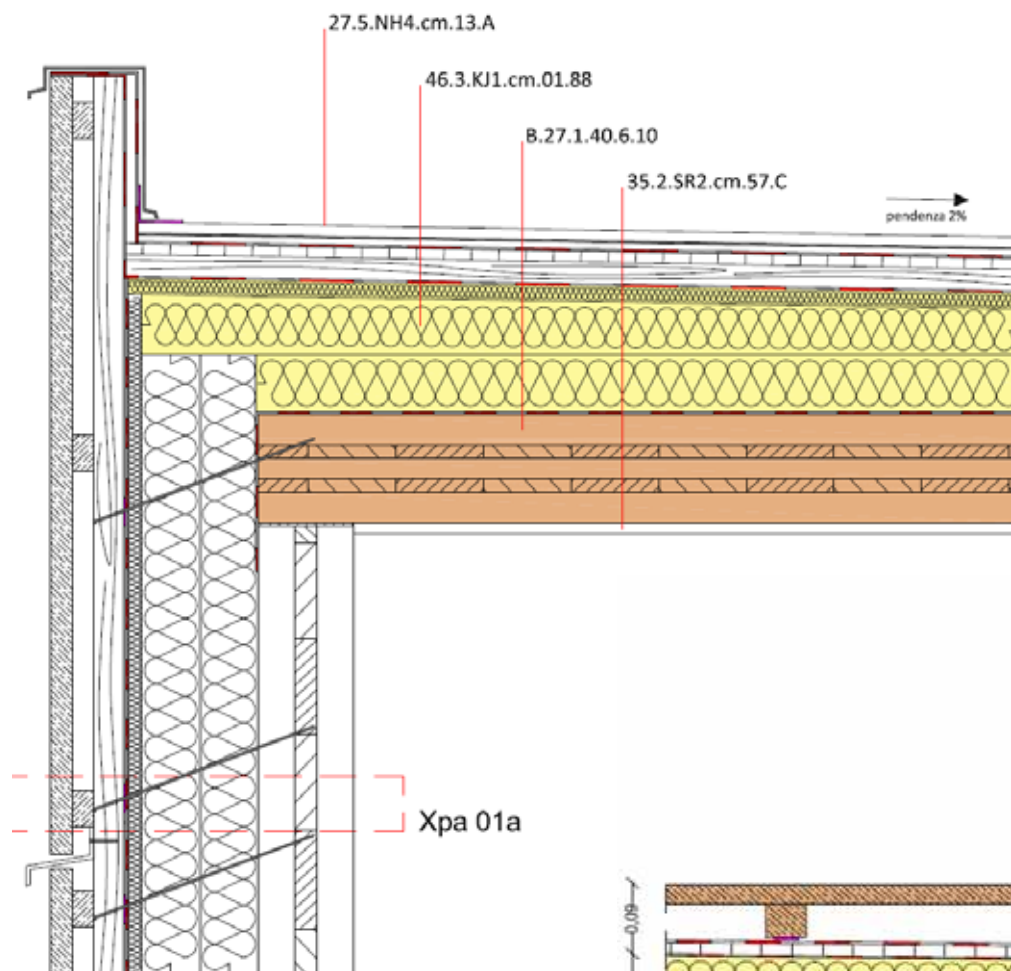


Blocco servizi in X-lam: rivestimento perimetrale in tavole grezze di larice locale non trattate ed inserti colorati



Blocco servizi in X-lam: rivestimento perimetrale in tavole grezze di larice locale non trattate ed inserti colorati





Blocco servizi in X-lam: passerella vetrata di collegamento al vecchio edificio



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Casa Di Centa – Viste comparative preesistente e post intervento



Viste generali esterne



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Stato di fatto – Problematiche statiche strutturali



Sistema intelaiato da 75 mm di spessore!



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Stato di fatto – Problematiche statiche strutturali



Sistema intelaiato da 75 mm di spessore!



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rifacimento completo manto di copertura



Controventamento in pannelli multistrato



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Sistema collaborante legno-legno



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Sistema collaborante legno-legno

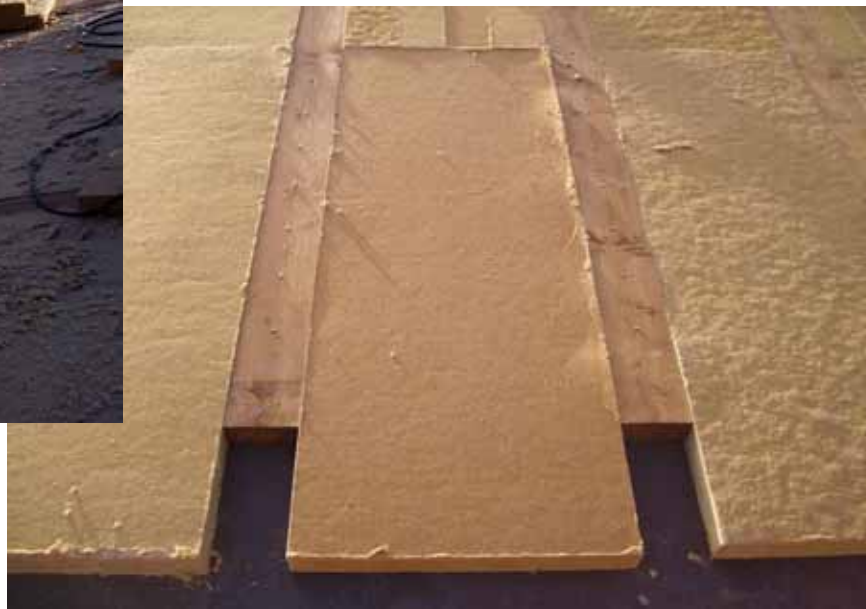


Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Sistema collaborante legno-legno



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Soppalco interno appeso alle travi

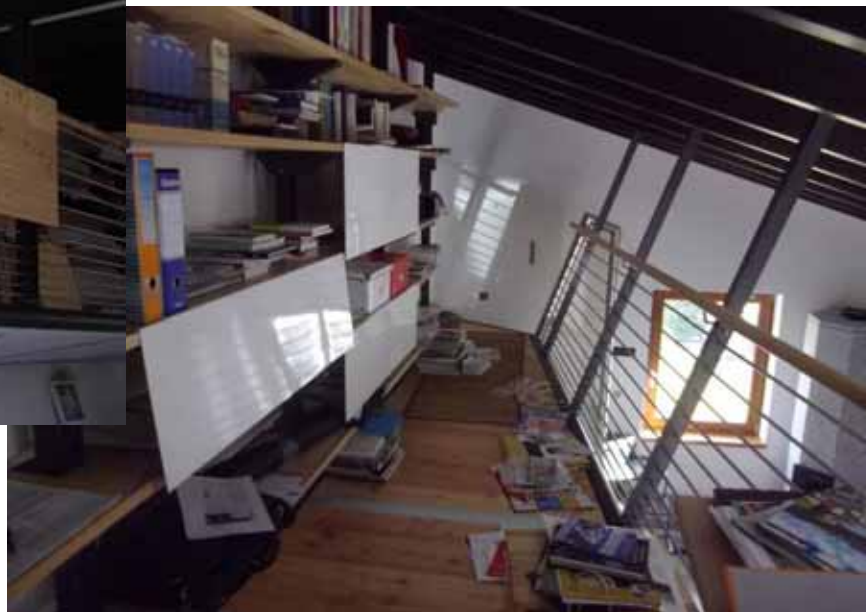


Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Soppalco interno appeso alle travi



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Sistema collaborante legno-legno



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm

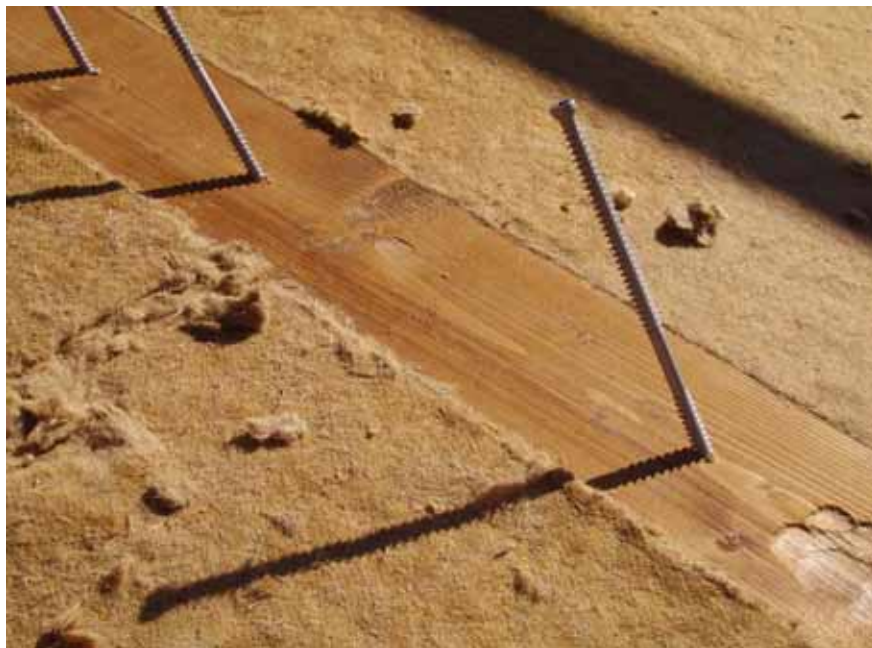


Sistema collaborante legno-legno



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Rinforzo orditura portante preesistente in LL 60x180 mm



Sistema collaborante legno-legno



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Inserimento abbaino ex novo assemblato in stabilimento



Sistema strutturale autoportante



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Inserimento abbaino ex novo assemblato in stabilimento



Collettore solare realizzato su misura



Ristrutturare e recuperare strutture lignee – Casa “Di Centa”: riqualificazione energetica struttura a telaio

Fasi di cantiere – Inserimento abbaino ex novo assemblato in stabilimento



Sistema finale completo

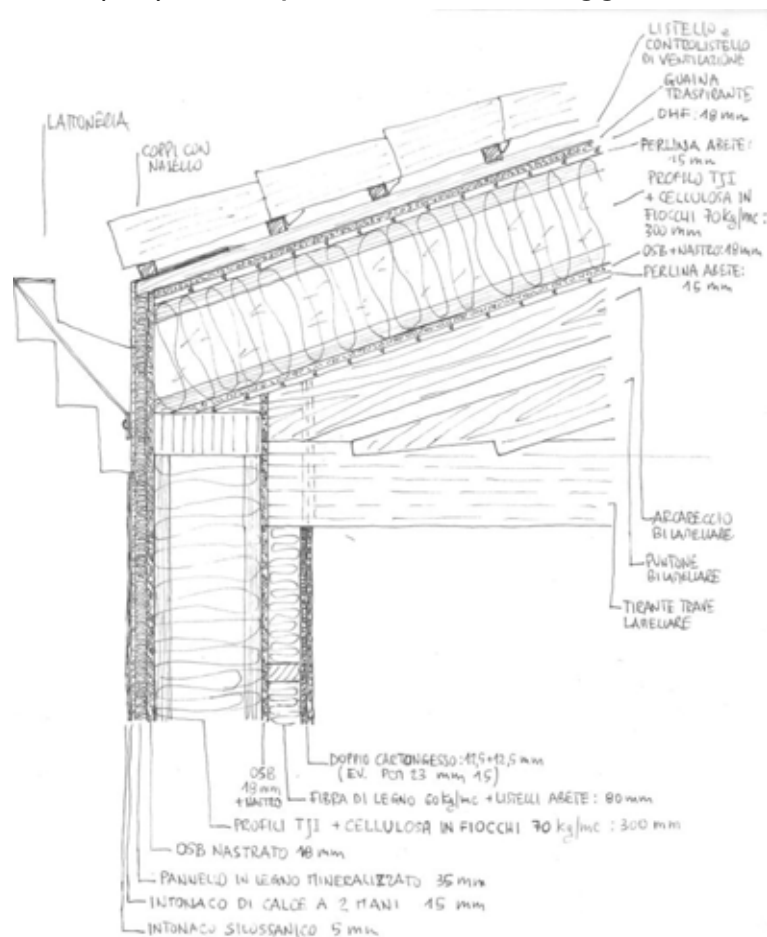
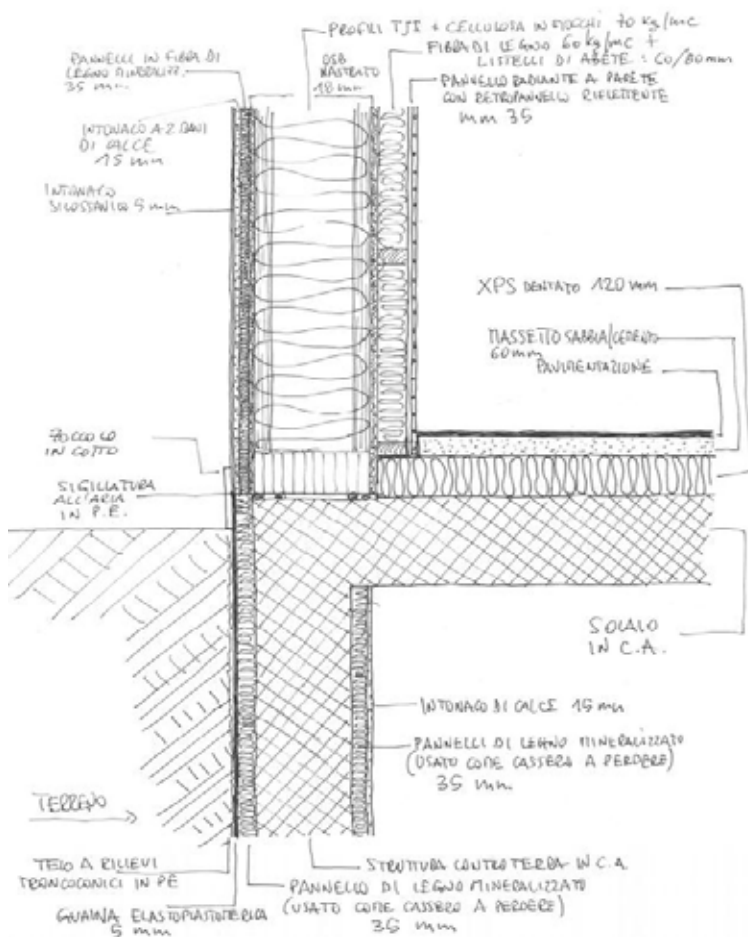


Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – Gabriele Borghetti - Studio Archefica – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – *Gabriele Borghetti - Studio Archefice* – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Basamento CA 90 gg: 360 Uomini-Giorno



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – Gabriele Borghetti - Studio Archefica – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Struttura legno 13 gg: 70 Uomini-Giorno



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – Gabriele Borghetti - Studio Archerice – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Tipologia di filiera produttiva standardizzata



Weissenseer: stabilimento per la costruzione di case passive – Greifenburg – Carinzia - Austria

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio

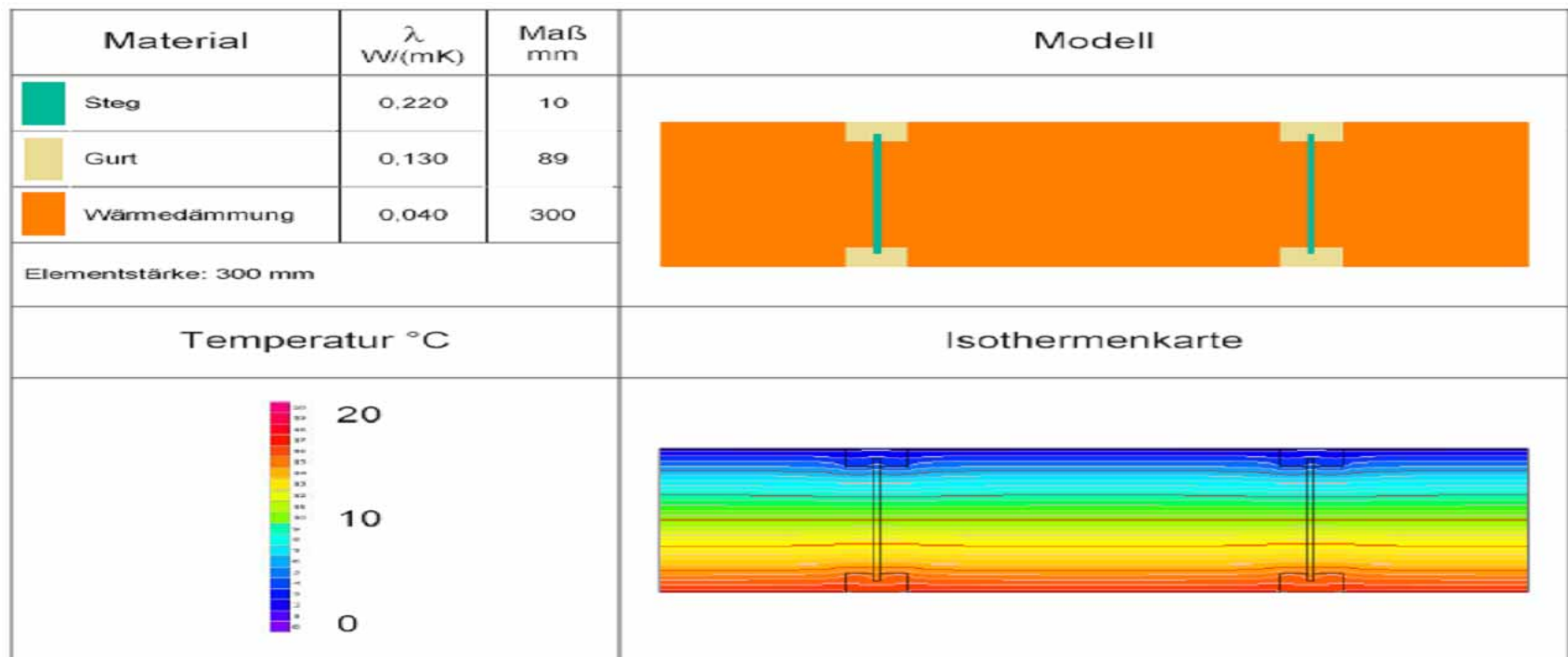


Tipologia di filiera produttiva standardizzata



Weissenseer: stabilimento per la costruzione di case passive – Greifenburg – Carinzia - Austria

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Berechnungsergebnis nach E DIN EN ISO 10211:

Bezugstemperaturdifferenz des Wärmedurchgangskoeffizienten	$\Delta\Theta$	30	K
linearer Wärmedurchgangskoeffizient	Ψ_a	0.011	W/(mK)

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Fase di assemblamento profilati FIJ portanti



Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Fase di contoventamento e chiusura in OSB



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – Gabriele Borghetti - Studio Archeifice – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Fase di contoventamento e chiusura in OSB



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – Gabriele Borghetti - Studio Archefica – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Realizzazione pacchetto di copertura in FIJ



Tratto da: Lo standard Passivhaus tra tradizione ed innovazione: Casa Passiva a Montiano – Gabriele Borghetti - Studio Archerice – Ferrara, 24 Ottobre 2009

Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Realizzazione pacchetto di copertura in FIJ



Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Resistenza al fuoco fiocchi di cellulosa



Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Coibentazione con insufflaggio di cellulosa



Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



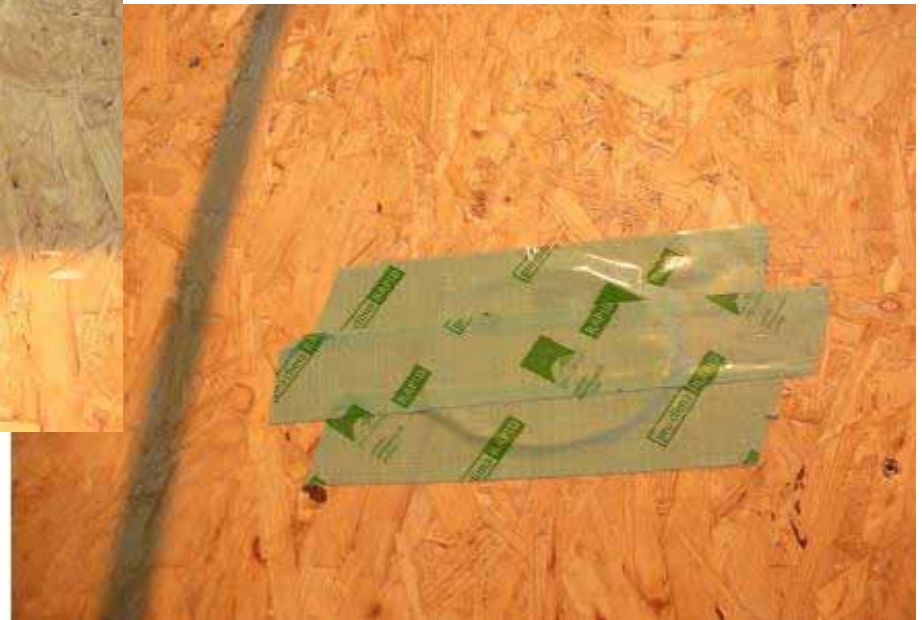
Coibentazione con insufflaggio di cellulosa



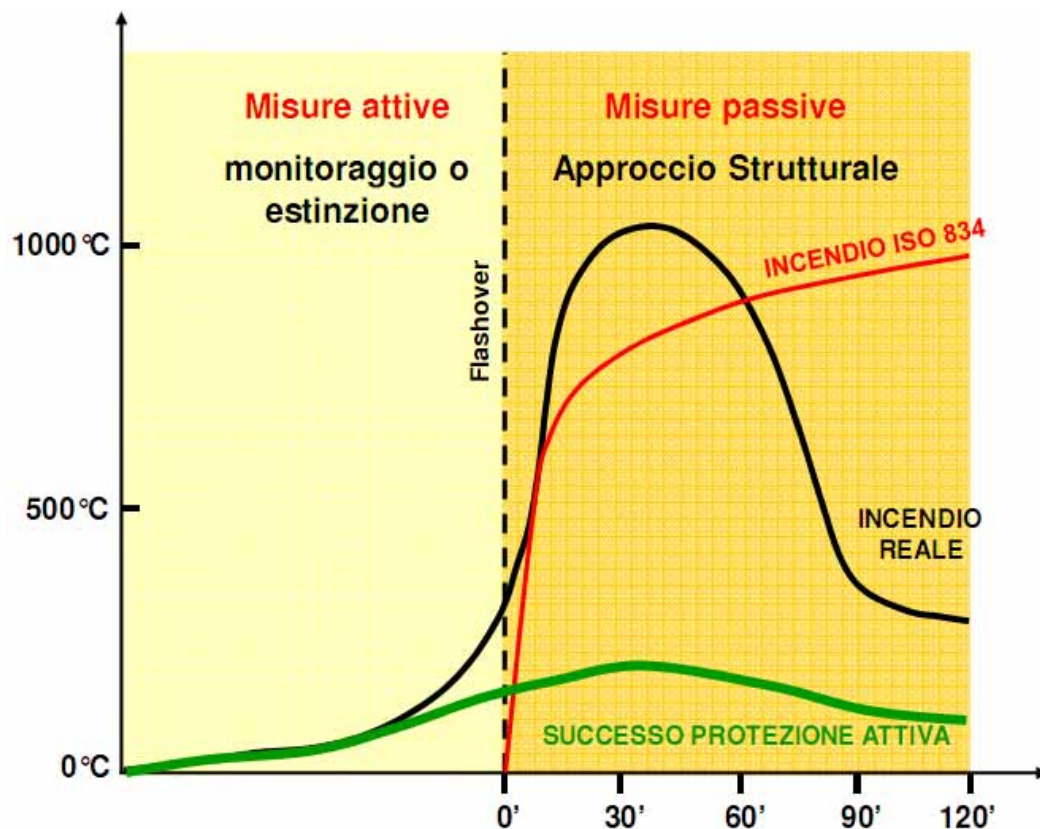
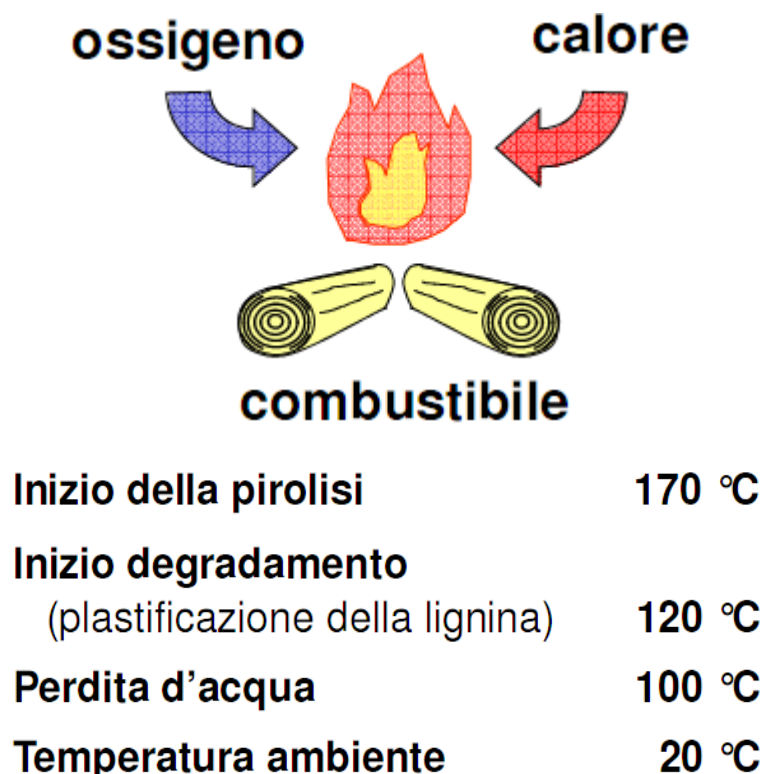
Realizzare la Passivhaus in legno in climi caldi – Montiano (FC): esempio di soluzione leggera a telaio



Coibentazione con insufflaggio di cellulosa



Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

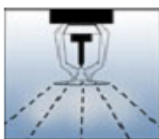


Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

PREVENZIONE e SICUREZZA

Insieme integrato di misure di protezione **attiva** e **passiva**

protezione attiva



misure adottate al fine di ottenere lo spegnimento dell'incendio nella sua fase iniziale

(SISTEMI DI RIVELAZIONE AUTOMATICA E ALLARME, INDICAZIONI DI VIE DI FUGA, EVACUATORI DI FUMO, IDRANTI IMPIANTI DI ESTINZIONE, SPINKLER)

protezione passiva



misure adottate al fine di ridurre al minimo i danni dell'edificio durante la fase di incendio generalizzato

RESISTENZA AL FUOCO
COMPARTIMENTAZIONE
REAZIONE AL FUOCO

LA RESISTENZA DI UN MATERIALE SI DEFINISCE IN TERMINI DI **TEMPO**, es. **R 60**
(o REI 60) = **resistenza (STABILITA' TENUTA ISOLAMENTO)** garantita per 60 minuti.

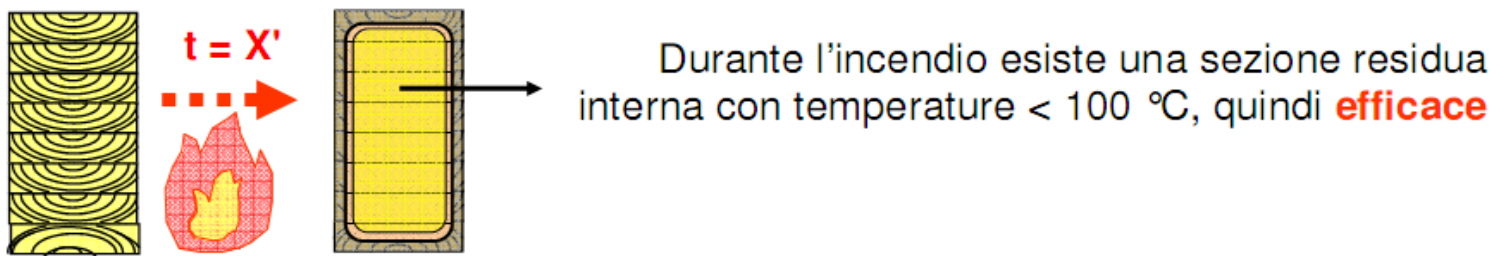
Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

Evoluzione delle caratteristiche del legno con la temperatura

Il legno è un cattivo conduttore del calore: durante l'incendio una significativa percentuale di propagazione del calore avviene per trasferimento di massa.

La temperatura del legno rimane invariata appena al di sotto della superficie che limita la zona interessata dalla combustione.

Il legno mantiene praticamente invariate le sue caratteristiche meccaniche fino a temperature dell'ordine di 110 °C – 115 °C .

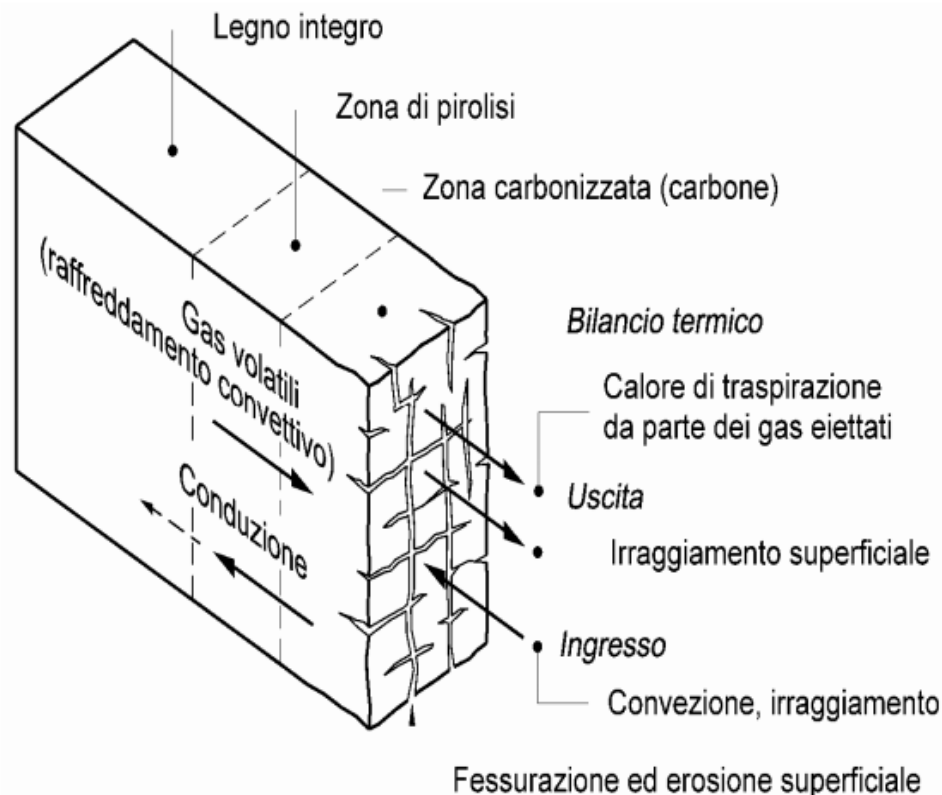


Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

Le sostanze volatili prodotte dalla combustione si muovono verso l'esterno raffreddando il carbone, ed è presente anche un contributo di riflessione.

Si raggiunge una situazione quasi stazionaria con l'equilibrio fra perdita di materia in superficie e arretramento del legno integro.

Questo avviene a
0,6 - 0,7 mm/minuto



Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

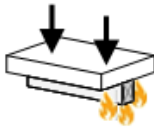

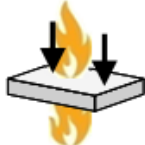

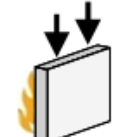

Classificazione degli elementi costruttivi

R - EI - REI + 30 - 60 - 90 - ... = esempi R30 R60 EI30

Definizione  **Minuti di resistenza**

Le classi di resistenza al fuoco sono le seguenti:

15; 20; 30; 45; 60; 90; 120; 180; 240; 360.

R	Elementi portanti, che non creano compartimenti	una, due o più facce			
EI	Elementi non portanti, che creano compartimenti	una faccia			
REI	Elementi portanti, che creano compartimenti	una faccia			

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

Livello I di prestazione non è ammesso per le costruzioni che ricadono nel campo di applicazione del presente decreto.

Livello II di prestazione può ritenersi adeguato per costruzioni fino a due piani fuori terra ed un piano interrato

30 per costruzioni ad un piano fuori terra, senza interrati

60 per costruzioni fino a due piani fuori terra e un piano interrato

Livello III di prestazione può ritenersi adeguato per tutte le costruzioni rientranti nel campo di applicazione del presente decreto fatte salve quelle per le quali sono richiesti i livelli IV o V.

Carichi di incendio specifici di progetto($q_{f,d}$)	Classe
Non superiore a 100 MJ/m ²	0
Non superiore a 200 MJ/m ²	15
Non superiore a 300 MJ/m ²	20
Non superiore a 450 MJ/m ²	30
Non superiore a 600 MJ/m ²	45
Non superiore a 900 MJ/m ²	60
Non superiore a 1200 MJ/m ²	90
Non superiore a 1800 MJ/m ²	120
Non superiore a 2400 MJ/m ²	180
Superiore a 2400 MJ/m ²	240

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

CALCOLO APPROSSIMATIVO CARICO D'INCENDIO DI UNA MANSARDA ABITABILE

Livello I	Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile
Livello II	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo sufficiente all'evacuazione degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
Livello III	Mantenimento dei requisiti di resistenza al fuoco per un periodo congruo con la gestione dell'emergenza
Livello IV	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un limitato danneggiamento della costruzione
Livello V	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il mantenimento della totale funzionalità della costruzione stessa

Carichi di incendio	Classe
Non superiore a 100 MJ/m ²	0
Non superiore a 200 MJ/m ²	15
Non superiore a 300 MJ/m ²	20
Non superiore a 450 MJ/m ²	30
Non superiore a 600 MJ/m ²	45
Non superiore a 900 MJ/m ²	60

CALCOLO

Superficie media mansarda 60 mq
Peso specifico legno 500 kg/mc

Pavimento in legno spessore 15mm – 7.5 kg/mq
4 porte interne in legno – 2 kg/mq (peso porta 30kg)
4 serramento esterni in legno – 0,53 kg/mq (peso serramento 8kg)
Mobilio in legno – 2,5 kg/mq (peso totale 150 kg)
Autocombustione tetto (spessore di 2.5cm) – 12,5 kg/mq
Totale 25 kg/mq

1 kg di legno = 4400kcal=18,74 MJ
Carico incendio nominale = 25 x 18,74 = 470 MJ/mq

Approccio con curva nominale

- ✓ Calcolo molto semplificato ed approssimato
- ✓ Se si valuta solo l'autocombustione del legno la classe di riferimento è R45
- ✓ Il concetto fondamentale è che ad ogni edificio deve essere assegnato un livello di protezione

N.B.: con approccio prestazionale avremmo avuto R:

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Prof. dott. ing. Ario Ceccotti - CNR - IVALS - Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Resistenza strutturale al fuoco Sistema CLT



Garage multi piano – Innsbruck (Austria)

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Tetto incendiato causa errata posa camino



Copertura in legno isolata con pannelli di fibre di cocco – Camino a diretto contatto in acciaio a doppia parete con isolamento 20 mm

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Tetto incendiato causa errata posa camino



Copertura in legno isolata con pannelli di fibre di cocco – Camino a diretto contatto in acciaio a doppia parete con isolamento 20 mm

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Tetto incendiato causa errata posa camino



Copertura in legno isolata con pannelli di fibre di cocco – Camino a diretto contatto in acciaio a doppia parete con isolamento 20 mm

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

LETTURA DELLA DESIGNAZIONI DEI CAMINI METALLICI SECONDO EN 1856-1			
N°	CLASSE	PARAMETRI	LEGENDA PARAMETRI
1	Temperatura	Txxx	xxx: indica la massima temperatura di esercizio e può assumere valori da T80 (temperatura massima di esercizio di 80°C) a T600 (temperatura massima di esercizio di 600°C)
2	Pressione	N1 P1 P2 H1 H2	N1: per funzionamento in depressione, con perdita massima consentita, alla pressione di prova di 40Pa, di 2 l/(s·m²); sistema idoneo per installazioni interne/esterne. P1: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 200 Pa con perdite massime di 0.006 l/(s·m²); sistema idoneo per installazioni sia interne che esterne. P2: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 200 Pa e perdite massime consentite di 0.12 l/(s·m²); solo per installazioni esterne. H1: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 5000 Pa con perdite consentite fino a 0.006 l/(s·m²), sistema idoneo per installazioni sia interne che esterne. H2: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 5000 Pa con perdite consentite fino a 0.12 l/(s·m²); solo installazioni esterne.
3	Resistenza alla condensa	W D	W: funzionamento a umido; D: funzionamento a secco
4	Resistenza alla corrosione	V1 V2 V3 Vm	Valore attribuito in base al test superato di corrosione definito nella EN 1856-1: test V1: sistema adatto solo per combustibili gassosi per funzionamento a secco (D) e a umido (W); test V2: sistema adatto per combustibili gassosi, liquidi e legna per caminetti aperti sia a secco che a umido e con legno per stufe, carbone e torba solo a secco; test V3: sistema adatto per combustibili gassosi, liquidi e solidi ma solo per funzionamento a secco (D); Vm: nessun test di corrosione effettuato: in tal caso il prodotto non dà alcuna garanzia di durata nel tempo perché il processo di fabbricazione, in particolare la saldatura, non viene controllata.
5	Materiale	L[A][B]	L[A]: è relativo al tipo di materiale della parete interna: esempio: L20= AISI 304; L30= AISI 304L; vietati da UNI/TS 11278 L40=AISI 316; L50 = AISI 316 L / AISI 316 Ti [B]: spessore in decimi di millimetri; esempio: [B]= 040 cioè lo spessore minimo è 0.40mm
6	Resistenza all'incendio da fuliggine	O(XX) G(XX)	O: il camino non è resistente al fuoco di fuliggine; G: il camino è resistente al fuoco di fuliggine; XX: distanza minima in mm dai materiali combustibili.

EN 1856-1: Conix T600 - H1 - W - V2- L50040 -G(75) Esempio	
1. CLASSE TEMPERATURA:	La classe di temperatura è T600: questo significa che il sistema può raggiungere al massimo 600°C come temperatura di esercizio.
T600 - H1 - W - V2- L50040 - G(75)	
2. CLASSE PRESSIONE:	La classe di pressione è H1: il sistema è idoneo per pressione di esercizio positive fino a 5000Pa (H) inoltre, è indicato sia per installazioni interne che esterne (1) con perdite massime di 0.006 l/(s·m²).
T600 - H1 - W - V2- L50040 - G(75)	
3. CLASSE RESISTENZA ALLA CONDENZA:	La classe di resistenza alla condensa è W, per cui il sistema è idoneo al funzionamento ad umido (in presenza di condensa).
T600 - H1 - W - V2- L50040 - G(75)	
4. CLASSE CORROSIONE:	La classe di corrosione è V2: il sistema ha superato il test V2 descritto nella EN 1856-1, per cui risulta idoneo per il funzionamento sia a umido che secco con combustibili gassosi, liquidi e legna per caminetti aperti mentre, con legna per stufe, torba e carbone, solo a secco.
T600 - H1 - W - V2- L50040 - G(75)	
5. CLASSE MATERIALE:	La classe del materiale è L50040: L50 indica che il prodotto è realizzato in AISI 316L, mentre 040 che lo spessore minimo del materiale è di 0.40mm.
T600 - H1 - W - V2- L50040 - G(75)	
6. CLASSE RESISTENZA AL FUOCO DI FULIGGINE (Distanza dai materiali combustibili)	La classe di resistenza alla fuliggine è G(75): G indica che il sistema è resistente all'incendio da fuliggine e (75) è la distanza minima dai materiali combustibili in millimetri pari a 75mm.
T600 - H1 - W - V2- L50040 - G(75)	

Tratto da: Camini Wierer – Carta d'identità camino – Rev. 4 del 29 Ottobre 2009

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

LETTURA DELLA DESIGNAZIONI DEI CAMINI METALLICI SECONDO EN 1856-1			
N°	CLASSE	PARAMETRI	LEGENDA PARAMETRI
1	Temperatura	TXXX	XXX: indica la massima temperatura di esercizio e può assumere valori da T80 (temperatura massima di esercizio di 80°C) a T600 (temperatura massima di esercizio di 600°C)
2	Pressione	N1 P1 P2 H1 H2	N1: per funzionamento in depressione, con perdita massima consentita, alla pressione di prova di 40Pa, di 2 l/(s*m²) ; sistema idoneo per installazioni interne/esterne . P1: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 200 Pa con perdite massime di 0.006 l/(s*m²); sistema idoneo per installazioni sia interne che esterne . P2: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 200 Pa e perdite massime consentite di 0.12 l/(s*m²); solo per installazioni esterne . H1: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino 5000 Pa con perdite consentite fino a 0.006 l/(s*m²), sistema idoneo per installazioni sia interne che esterne . H2: per funzionamento con pressione di esercizio positive fino a 5000 Pa con perdite consentite fino a 0.12 l/(s*m²); solo installazioni esterne .

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

3	Resistenza alla condensa	W D	W: funzionamento a umido; D: funzionamento a secco
4	Resistenza alla corrosione	V1 V2 V3 Vm	<p>Valore attribuito in base al test superato di corrosione definito nella EN 1856-1:</p> <p>test V1 : sistema adatto solo per combustibili gassosi per funzionamento a secco (D) e a umido (W);</p> <p>test V2: sistema adatto per combustibili gassosi, liquidi e legna per caminetti aperti sia a secco che a umido e con legno per stufe, carbone e torba solo a secco;</p> <p>test V3: sistema adatto per combustibili gassosi, liquidi e solidi ma solo per funzionamento a secco (D);</p> <p>Vm: <i>nessun test di corrosione effettuato</i>: in tal caso il prodotto non dà alcuna garanzia di durata nel tempo perché il processo di fabbricazione, in particolare la saldatura, non viene controllata.</p>

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

5	Materiale	L[A][B]	<p>L [A]: è relativo al tipo di materiale della parete interna: esempio: L20= AISI 304; L30= AISI 304L : vietati da UNI/TS 11278 L40=AISI 316; L50 = AISI 316 L / AISI 316 Ti [B] : spessore in decimi di millimetri; esempio: [B]= 040 cioè lo spessore minimo è 0.40mm</p>
6	Resistenza all'incendio da fuliggine	O(XX) G(XX)	<p>O: il camino non è resistente al fuoco di fuliggine; G: il camino è resistente al fuoco di fuliggine; XX: distanza minima in mm dai materiali combustibili.</p>

T600 - H1 – W - V2- L50040 – **G(75)**

La classe di resistenza alla fuliggine è **G(75)**: **G** indica che il sistema è resistente all'incendio da fuliggine e **(75)** è la distanza minima dai materiali combustibili in millimetri pari a 75mm.

Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi

<p>CMD</p> <p><i>Camicie in calcestruzzo alleggerito vibrocompresso con doppia foratura per l'alloggiamento di condotti fumari in materiale refrattario, ceramico o in acciaio inossidabile ed eventuale strato isolante in lana di roccia di spessore 22 mm sul condotto fumario e spessore 30 mm nell'intercapedine tra la camicia e il materiale combustibile.</i></p> <p><i>Dimensioni esterne:</i></p> <p><i>250 × 400 mm;</i></p> <p><i>250 × 500 mm;</i></p> <p><i>300 × 500 mm.</i></p>	senza lana di roccia	EN 12446 - T200 - O(0)
	con lana di roccia	EN 12446 - T600 - G(30)

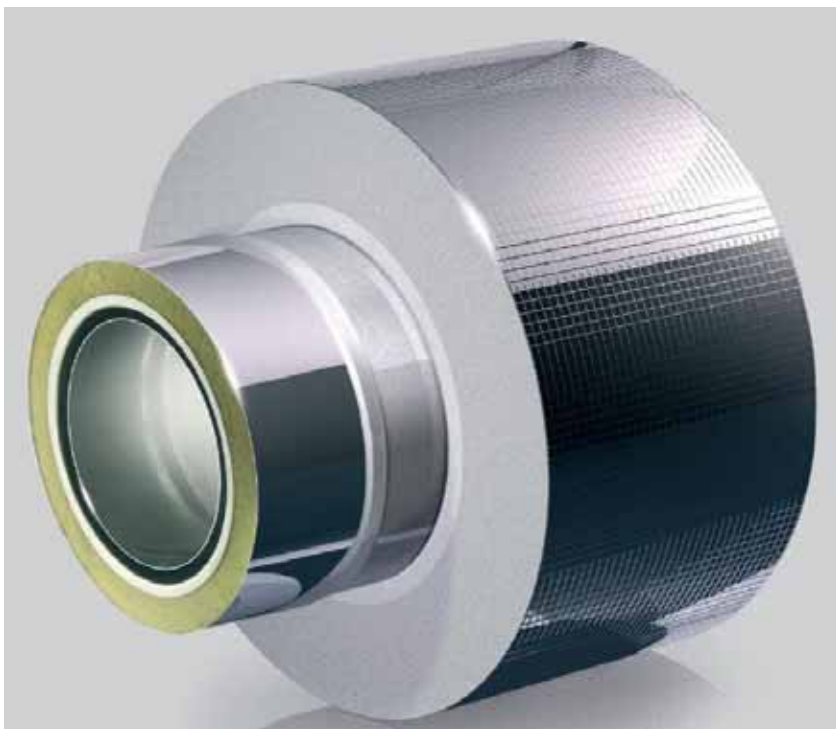
Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Esempio di sistema di attraversamento in blocchi



Il legno ed il fuoco – Canne fumarie ed attraversamenti pacchetti costruttivi



Esempio di sistema di attraversamento metallico



arch. Andrea BOZ
www.arkboz.com



ESPERTO E DOCENTE CASA CLIMA
ESPERTO PROGETTISTA CASE PASSIVE
SPECIALIZZATO TUW - URBAN WOOD



CENTRO STUDI "COPERNICO" - TREVISO

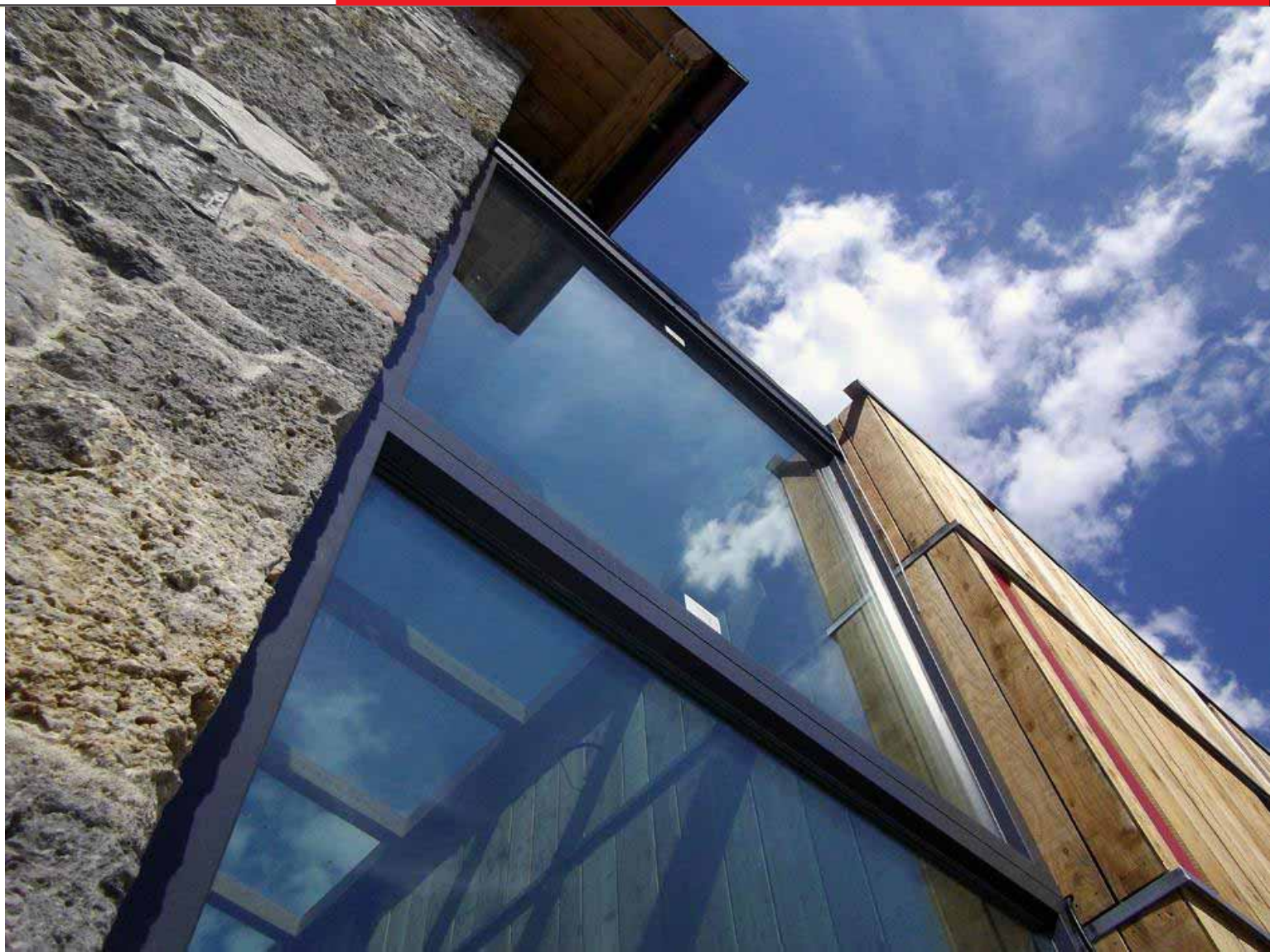
**REALIZZAZIONE E RISTRUTTURAZIONE ENERGETICA
E STRUTTURALE DEI TETTI IN LEGNO - Mestre 13/12/2013**

arch. Andrea BOZ



Via Nazionale, n°44
33026 - Paluzza (UD)

Tel/Fax 0433890282
andrea@4ad.it



MANDI E GRASIE PA L'ATENZION!